

Treball de Fi de Màster

Màster Universitari en Enginyeria d'Organització

Implantació del sistema d'informació pel control de la producció d'una planta manufacturera de productes de neteja

MEMÒRIA

Autor: Daniel Fernández Martín
Director: Ramon Salvador Vallès
Convocatòria: Gener 2018



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

El present treball final de màster, es basa en un projecte real d'una empresa dedicada a l'elaboració de productes de neteja, que es veu en la necessitat de renovar els seus sistemes d'informació per poder sobreviure dins de l'alt grau de competitivitat del mercat internacional actual.

L'objectiu del projecte és el de fer el plantejament, definició, planificació i modelització de les necessitats dels dos nous sistemes d'informació que l'empresa té intenció d'implantar; el ERP (Enterprise Resource Planning) i el APS (Advanced Planning and scheduling) utilitzats per gestionar les operacions de producció i distribució de l'empresa i per a optimitzar el pla de producció de la planta respectivament.

El projecte farà èmfasi de manera especial en l'anàlisi de com aquets dos sistemes hauran de coordinar-se entre ells i amb la resta de sistemes d'informació de l'empresa, per garantir el correcte funcionament i control de la planta de producció.

Sumari

RESUM	1
SUMARI	3
1. GLOSSARI	7
2. PREFACI	9
2.1. Origen del projecte	9
2.2. Motivació	9
2.3. Requeriments previs	10
3. INTRODUCCIÓ	11
3.1. Objectius del projecte.....	11
3.2. Abast del projecte	11
4. PRESENTACIÓ DE L'EMPRESA	13
4.1. Introducció de l'empresa Femar	13
4.2. Orígens de l'empresa.....	13
4.3. La planta productiva	15
4.4. Els productes.....	15
4.4.1. El detergent en pols	16
4.4.2. El detergent líquid	16
4.4.3. Ambientadors.....	17
4.5. El sistema productiu	18
4.5.1. Producció de detergent líquid	18
4.5.2. Producció de detergent en pols	19
4.5.3. Producció d'ambientadors	19
5. ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ	21
5.1. Introducció als SI.....	21
5.2. Que s'entén per SI d'una empresa	21
5.3. Els SI i la cadena de valor.....	23
5.4. El paper de las TIC dins de l'empresa.....	24

5.4.1.	Sistemes de processament de transaccions	25
5.4.2.	Sistemes d'informació per a la gestió	25
5.4.3.	Sistemes de suport a les decisions	26
5.4.4.	Sistemes interorganitzatius.....	27
5.5.	Evolució de les TIC i conseqüències de la seva implantació en l'empresa	27
5.5.1.	Evolució de les TIC.....	27
5.5.2.	Impacte i beneficis	29
5.6.	La indústria 4.0 i les TIC que suporten aquesta revolució	30
5.6.1.	Introducció a la indústria 4.0	30
5.6.2.	Les bases de la indústria 4.0	31
5.6.3.	Introducció als sistemes ERP i APS i al procés d'integració de sistemes	34
6.	INTRODUCCIÓ ALS SISTEMES ERP	35
6.1.	Definició dels sistemes ERP	35
6.2.	Evolució dels sistemes ERP	35
6.3.	Característiques dels sistemes ERP	36
6.3.1.	Modularitat	36
6.3.2.	Parametrització.....	37
6.4.	Beneficis que aporten els sistemes ERP	37
6.5.	Sistemes ERP existents als mercats i les seves principals característiques	39
7.	SAP I LES SEVES EINES PER A LA PLANIFICACIÓ DE LA PRODUCCIÓ	40
7.1.	Introducció a SAP	40
7.2.	Blocs funcionals de SAP	40
7.3.	SAP PP.....	43
7.3.1.	Procés de planificació de SAP PP	43
7.3.2.	Procés d'execució de SAP PP.....	45
7.3.3.	Integració de SAP PP amb altres mòduls SAP	46
7.3.4.	Dades Mestres requerides per SAP PP	48
7.4.	Requeriments tècnics de SAP	49
8.	SISTEMA APS	51
8.1.	Introducció als sistemes APS	51

8.2.	Característiques dels APS	51
8.3.	Els sistemes APS existents al mercat i les seves funcionalitats	52
9.	PREACTOR COM A PLANIFICADOR DE LA PRODUCCIÓ	55
9.1.	Les regles de seqüenciació a Preactor	55
9.1.1.	Programació algorítmica cap endavant	57
9.1.2.	Programació algorítmica cap endarrere	57
9.1.3.	Programació algorítmica bi-direccional	58
9.1.4.	Programació endavant i endarrere basada en esdeveniments	58
9.1.5.	Programació per seqüència preferida basada en esdeveniments	58
9.1.6.	Programació per esdeveniments minimitzant temps de canvi	59
9.1.7.	Programació manual	60
9.2.	Factors condicionants de la planificació	60
9.2.1.	Disponibilitat de recursos productius	60
9.2.2.	Gestió de materials	62
9.2.3.	Temps de canvi i neteges	64
9.2.4.	Restriccions secundaries	64
9.3.	Requeriments tècnics de Preactor	65
10.	ENFOCAMENT I PLA DE PROJECTE	66
10.1.	Anàlisi d'usuaris i expectatives	66
10.2.	Pla d'implantació dels sistemes	69
11.	DEFINICIÓ DELS REQUERIMENTS DELS SISTEMES A IMPLEMENTAR	72
11.1.	Anàlisi del flux de treball amb els sistemes	72
11.2.	Definició dels escenaris de treball	74
11.3.	Integració entre els diferents sistemes d'informació implicats	75
11.3.1.	Integració SAP – Preactor	77
11.3.2.	Integració SAP - sistema MES	81
11.4.	Característiques dels escenaris establerts	83
11.4.1.	Escenari Ambientadors 1	83
11.4.2.	Escenari Ambientadores 2	86
11.4.3.	Escenari de detergent líquid	88
11.4.4.	Escenaris de detergent en pols	91

11.4.5. Escenari general.....	94
11.5. Informes per al control de la producció	95
12. GESTIÓ DEL CANVI	97
12.1. Introducció a la gestió del canvi	97
12.1.1. Pla d'acció per a la gestió del canvi.....	98
12.2. Gestió de riscos en la implantació dels sistemes.....	99
12.3. Identificació, anàlisi de riscos i planificació de les respostes.....	100
13. ANÀLISI ECONÒMIC DEL PROJECTE	104
13.1. Pressupost.....	104
13.2. Anàlisi cost benefici del projecte	105
14. IMPACTE DEL PROJECTE	110
14.1. Impacte ambiental	110
14.2. Impacte social.....	111
15. CONCLUSIONS	113
BIBLIOGRAFIA	115
Referències bibliogràfiques.....	115
Bibliografia complementària.....	115

1. Glossari

AM: SAP fixet Assets Management module.

APS: Advanced Planning and Scheduling.

BAPI: Business Application Programming Interfaces.

BOM: Bill Of Materials.

CMS: Content Management System.

CO: SAP Controlling module.

CRM: Customer Relationship Management.

EDI: Electronic Data Interchange.

ERP: Enterprise Resource Planning.

FI: SAP Financial accounting module.

FIFO: First In First Out.

HR: SAP Human Resources module.

KPI: Key Performance Indicator.

MES: Manufacturing Execution System.

MM: SAP Material Management module.

MRP: Material Requirements Planning.

PLC: Programmable Logic Controller.

PM: SAP Plant Maintenance module.

PP: SAP Production Planning module.

PS: SAP Project System module.

QM: SAP Quality Management module.

RFC: Remote Function Call.

SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition.

SCM: Supply Chain Management.

SD: SAP Sales and Distribution module.

SI: Sistemes d'Informació.

SIG: Sistemes d'Informació per a la Gestió.

SPT: Sistemes de Processament de Transaccions.

TIC: Tecnologies de la Informació i de la Comunicació.

WF: SAP Workflow Module.

2. Prefaci

2.1. Origen del projecte

La clau de l'èxit al món de l'indústria actual, que permet que una empresa pugui sobreviure i créixer en un entorn cada vegada més competitiu, consisteix en ser capaç de prendre les decisions adients en cada moment, per tal d'aprofitar al màxim els recursos propis. D'aquesta manera es veu com les empreses, tenen la necessitat de gestionar la informació de la que disposen de manera que aquesta pugui millorar el procés de presa de decisions. En aquest context és on sorgeixen els sistemes d'informació, que s'encarreguen de recopilar aquesta informació i tractar-la de manera que sigui útil per als usuaris.

Aquest Treball Final de Màster té com a origen un projecte real realitzat per dues consultories dedicades a oferir serveis d'enginyeria per a la implantació de sistemes d'informació, que han treballat conjuntament per implantar els sistemes encarregats de la gestió de la planificació i control de la producció d'una empresa manufacturera de productes de neteja per a la llar, que es va veure en la necessitat de renovar els seus sistemes d'informació per gestionar la seva planta productiva i poder ser competitiu en un entorn cada vegada més digitalitzat.

Donat el fet que aquest Treball Final de Màster s'ha realitzat en base al projecte real comentat, per tal de preservar el caràcter confidencial de la informació obtinguda durant l'execució del projecte, els noms de les empreses, dels productes i determinades dades considerades de caràcter reservat han estat obviats o adaptats per al present treball, sense que això impliqui cap canvi en quant a les conclusions i resultats estrets del treball.

2.2. Motivació

La realització d'aquest projecte ha estat motivada en primer lloc, per l'aparició d'una sèrie de necessitats de l'empresa productora, que per temes de confidencialitat professional anomenarem Femar.

La planta productora on es troba l'empresa Femar ha patit una sèrie de canvis importants abans i durant l'execució d'aquest projecte. Un d'aquests canvis suposa la renovació d'una gran part dels sistemes d'informació que ajuden a gestionar l'empresa.

L'autor del present Treball Final de Màster ha participat en la realització del projecte com a treballador d'una de les empreses consultores, intervenint en les fases d'anàlisi de necessitats, desenvolupament, configuració d'interaccions entre sistemes, posada en marxa, tancament i suport.

Entre l'execució del projecte i l'estructuració i redactat del present TFM ha existit un desfasament molt reduït. Aquest fet, unit a la intervenció de l'autor al projecte de manera activa, significa que tot el que es recull al treball és una representació fidedigne de la realitat del projecte real.

2.3. Requeriments previs

Per a entendre el present projecte cal estar familiaritzat amb els sistemes d'informació existents a les empreses productives, especialment aquells sistemes enfocats a la gestió de la producció. Per altre banda, també cal estar familiaritzat amb la gestió d'operacions per comprendre la metodologia de planificació de les ordres de treball a l'empresa.

3. Introducció

3.1. Objectius del projecte

Aquest projecte té com a objectiu analitzar el procés que ha de dur a terme una gran empresa a l'hora d'implantar els sistemes d'informació encarregats de controlar els seus recursos i processos productius, per tal de ser competitiva a l'entorn industrial actual.

Un altre objectiu que persegueix el present treball, és el d'analitzar com funcionen aquests sistemes i com s'integren dins dels processos empresarials per tal de millorar els procediments de planificació i control de la producció, de les grans empreses manufactureres, com la que s'estudia en aquest treball, permetent-les adquirir nous avantatges competitius i evolucionar cap a l'industria del futur.

Finalment, el treball també posa de manifest la importància d'una bona gestió d'un projecte de gran abast, com és la implantació d'un sistema d'informació, on no només s'engloba la part tècnica d'aquest, sinó tota la seva planificació i implantació tenint en compte els diferents factors que hi intervenen com són el context de l'empresa, el factor humà i els factors econòmics.

3.2. Abast del projecte

L'abast d'aquest projecte es focalitza en els següents punts.

En primer lloc, es presenta l'empresa i la seva situació actual, en la que es detecta la necessitat dels nous sistemes.

En segon lloc, es presenten els sistemes d'informació, d'una manera global, primerament com a eina per fer créixer les empreses i a continuació centrant l'anàlisi en els sistemes d'informació encarregats de la planificació i el control de la producció. En aquest segon punt és important destacar que no es presentaran diferents alternatives per a les

necessitats de l'empresa ja que la decisió de quins sistemes s'han d'implantar ja està presa abans de l'inici del present projecte. El que aquest Treball Final de Màster vol respondre és com aquests sistemes han d'arribar a donar resposta als requeriments que l'empresa necessita.

Finalment, una vegada s'han definit tant l'empresa com els sistemes a implantar s'analitzarà el procés d'implantació d'aquests sistemes dins de l'empresa així com a les conseqüències que la seva implantació provoca.

4. Presentació de l'empresa

4.1. Introducció de l'empresa Femar

L'empresa Femar pertany a un grup inversor que s'ocupa d'adquirir i administrar companyies, que va néixer fa poc més de 10 anys. La seva tasca consisteix en fer créixer les companyies pertanyents al grup gestionant-les de manera autònoma i afegint-hi valor a través de millores operacionals.

Després de convertir-se en referent espanyol de fabricació de lleixiu amb l'adquisició de diverses plantes dins de l'Estat espanyol, al 2015 s'arriba a un acord amb una gran multinacional, líder a nivell mundial, per adquirir les seves instal·lacions situades a la província de Barcelona i convertir-se en el seu "partner" distribuïdor de referència a nivell europeu. D'aquí sorgeix l'empresa Femar, que engloba tant les antigues plantes productives de lleixiu que el grup inversor ja posseïa, com la nova planta catalana, la més important de totes pel seu volum de negoci, que es converteix en seu de l'empresa.

L'empresa Femar es troba actualment en plena fase de creixement, és present a 13 països i treballa per a 10 marques diferents. El volum de facturació actual supera els 200 milions de euros i compte amb més de 500 empleats.

4.2. Orígens de l'empresa

Com ja s'ha comentat, la principal planta productora on es troba actualment la empresa Femar pertanyia anteriorment a una gran empresa multinacional. Aquesta empresa multinacional ha recorregut aquests últims anys al "*outsourcing*" o externalització com a estratègia de negoci, venent part de les seves plantes productives a terceres empreses que passen a actuar com a proveïdores.

En aquest context, un grup inversor Espanyol arriba a un acord amb aquesta empresa internacional per adquirir la planta, situada en una població de la província de Barcelona, i

convertir-se en proveïdor no exclusivament de la gran multinacional, però sí en un gran percentatge i amb acords de treball molt específics, un alt nivell d'informació compartida i privilegis davant altres marques en dates d'entrega.

En el moment de canviar de propietari, a la planta es van patir una sèrie de reestructuracions tot i mantenir intactes els processos productius. Els canvis més importants en el primer moment, van ser referents al personal, amb canvis a la direcció, responsabilitats i ajustament de plantilla tot per adaptar-se a una nova manera de treballar on les decisions de la planta ja no venien de l'exterior sinó que la planta era autònoma tot i haver de complir amb uns contractes estrictes.

En quant als sistemes d'informació, al contracte de compra es va establir que durant el primer any des de la compra de la planta per part de la nova empresa, els sistemes d'informació romandrien, per tal de poder seguir treballant amb ells. Aquests sistemes contaven amb un nivell de personalització molt elevat i el personal de l'empresa els tenia molt interioritzats, ja que estaven molt acostumats al seu ús. Al passar a mans d'un nou propietari, l'ús d'aquests sistemes ja no era possible entre d'altres coses perquè tot i seguir produint per a la gran multinacional, existia un pla d'introducció de nous productes pertinents a altres marques, que aquest sistema no podia incloure i per tant era incompatible treballar tenint en els productes clàssics en un sistema i els nous en un altre. En aquest moment sorgeix la necessitat d'implementació d'un nou sistema que compaginés ambdós tipus de productes, amb una metodologia de treball semblant a l'anterior, per tal de que els treballadors tinguessin una ràpida adaptació i que oferís un servei que estigués a l'alçada dels requeriments de l'empresa.

Outsourcing com a motivador del canvi

Aquesta nova empresa sorgeix de la decisió de la gran multinacional d'externalitzar la producció i convertir part de les seves plantes productives en proveïdores.

Aquesta estratègia es pot trobar en multitud d'ocasions en aquelles empreses que pretenen delegar part de la seva producció per tal de centrar-se en aspectes crítics per a elles com pot ser la gestió de la marca o la distribució.

Per la seva banda, l'empresa Femar, que passa a ser la propietària de la planta productiva, veu una oportunitat de negoci mantenint la relació amb la gran multinacional, assegurant-se

d'aquesta manera una elevada demanda periòdica per un costat i per altre banda aprofita la infraestructura d'una planta productiva equipada amb les millors instal·lacions del mercat, per tal de produir també per altres marques i poder anar poc a poc, obrint-se pas cap a un mercat més ampli. Aquesta estratègia de l'empresa Femar, de no dedicar la planta a una única marca, li dona a l'empresa la flexibilitat per produir per a la gran multinacional i d'aquesta manera continuar sent fabricants de productes que lideren el mercat tant a nivell estatal com en diferents punts d'Europa i Àfrica, però a l'hora, per poder aprofitar el "*know-how*" i les instal·lacions i maquinàries per produir per a marques blanques aprofitant el creixement d'aquestes en els darrers anys, especialment dintre de l'Estat espanyol, gràcies a la situació econòmica existent.

4.3. La planta productiva

L'empresa Femar consta de 3 fàbriques dedicades a l'elaboració de productes de neteja a l'Estat espanyol. El present projecte, centre el seu estudi a la planta principal, situada a la província de Barcelona amb més de 70.000m² dedicats a la fabricació de detergent en pols, detergent líquid i ambientadors, amb capacitat de producció de més de 400.000 tones anuals pels detergents i més de 500.000.000 ampolles pels ambientadors.

4.4. Els productes

Dintre de la gama de productes fabricats a les instal·lacions que analitza aquest projecte trobem els tres tipus de productes descrits prèviament.

A continuació, es presenta una breu explicació de cadascun d'ells, per tal de conèixer en que consisteix exactament el producte final obtingut a aquestes instal·lacions, així com les diferents versions que hi poden existir en funció de l'empaquetatge, procés de fabricació i matèria prima utilitzades.

4.4.1. El detergent en pols

Els detergents en pols han estat al capdavant del mercat dels detergents tèxtils des de la segona meitat del segle XX, quan amb la creixent comercialització de rentadores automàtiques, va sorgir la necessitat de desenvolupar substàncies alternatives al sabó.

El detergent està format per una barreja de diverses substàncies barrejades homogèniament en forma de pols. Depenent de les proporcions de cadascun dels components que formen la barreja el detergent tindrà unes propietats diferents en quant a densitat, fluïdesa i viscositat que seran responsables de determinar l'efectivitat del producte final.

Les substàncies presents a aquesta barreja són; els agents tensioactius, que permeten dissoldre el greix dels teixits i eviten que s'hi tornin a dipositar, els agents coadjuvants que milloren l'eficiència de l'agent tensioactiu, per exemple reduint la duresa de l'aigua i els agents auxiliars, com colorants, perfums i d'altres components encarregats de millorar els efectes del detergent en el procés de rentat.

A l'empresa Femar es comercialitzen més de 30 pols diferents que a l'hora també es poden empaquetar de diferent forma ja sigui en bossa o cartró fent que el nombre total de productes finals distribuïts en la secció de pols sigui de al voltant de 30 referències. Dintre dels embalatges de cartró existeixen al voltant de 20 configuracions diferents de la capsa que permeten un rang d'envasat de producte final que va des dels 0,5 Kg en els cartrons de menor volum fins als 12 Kg en aquells embalatges de major volum. En quant a les bosses també existeix una certa varietat amb més de 10 possibilitats d'ensacat amb un rang de pesos superior al dels cartrons, que va des dels 0,1 Kg, a les bosses més petites dirigides a la distribució de mostres, fins als 15 Kg als paquets de major grandària.

4.4.2. El detergent líquid

El detergent líquid representa una alternativa al detergent en pols, que en els darrers anys està adquirint cada vegada un major pes al mercat. El motiu pel qual històricament el detergent líquid ha tingut una importància inferior respecte al detergent en pols, s'ha degut

a una efectivitat inferior al fer la comparació dels dos productes, no obstant als darrers anys, gràcies a l'augment de la concentració d'agents tensioactius a les fórmules, s'estan aconseguint eficàcies similars a les dels detergents en pols però amb un major grau de respecte amb el medi ambient.

A l'empresa Femar es generen 4 productes, base diferents amb els quals, depenent d'una sèrie d'additius afegits al moment d'envasar, s'aconsegueixen un total de 18 formulacions diferents de producte líquid final. Igual que en el cas del detergent en pols, el nombre de codis de producte final també augmenta degut a la variabilitat de configuració del tipus de contenidor amb el que es distribueix. En aquest cas existeixen 10 configuracions d'ampolla diferents que permet envasar des de 1 L, en el cas de les ampolles de menor volum, fins a 6 L per a les ampolles de major capacitat.

4.4.3. Ambientadors

Els ambientadors comercialitzats per al sector del gran consum, estan formats per diferents ingredients que combinats tenen la capacitat de neutralitzar els olors molestos i oferir un de més agradable. Els models d'ambientador que més destaquen al mercat són els ambientadors líquids, que basen el seu funcionament en l'expulsió d'una alta concentració d'essències per tal d'aromatitzar l'ambient.

Actualment les zones on la utilització d'ambientadors destaca especialment són l'automòbil i la llar, destacant com a cas especial d'aquest segon, el lavabo. Atenent a aquesta realitat a l'empresa Femar han dividit la producció en 4 famílies diferents de productes que són; la zona de fabricació d'ambientadors d'un sol olor destinats a la llar, la zona de fabricació de difusors de fragàncies combinades també per a la llar, els ambientadors líquids de l'inodor que netegen i desprenen fragància de manera continua i per últim la zona d'ambientadors per a cotxes, que fabrica els ambientadors destinats a col·locar-se al sistema de ventilació del vehicle per tal de que la circulació d'aire evapori les fragàncies de l'ambientador.

A les quatre variants d'ambientador descrites anteriorment cal afegir les variabilitats referents al tipus de perfum utilitzat, els formats de distribució i la configuració de l'empaquetat. Aquesta variabilitat fa que existeixin en total més de 300 referències de producte final per a la secció d'ambientadors de l'empresa Femar.

4.5. El sistema productiu

L'empresa Femar presenta 3 entorns clarament diferenciats, amb ubicacions separades dins de les instal·lacions, on produeix cadascun dels 3 tipus de productes descrits anteriorment. Com s'analitzarà a continuació, cadascun d'aquests processos productius tindrà les seves casuístiques específiques, amb operacions ben diferenciades on cap recurs és compartit entre ells.

4.5.1. Producció de detergent líquid

Per a la fabricació de detergent líquid, el procés consta, per una banda, de la preparació de les quatre bases diferents i per altre, de la preparació de les ampolles on es dosificarà el detergent. En el moment de l'ompliment de les ampolles, s'afegeixen la resta dels additius necessaris per a cada fórmula de detergent que no es troben a la base de semielaborat.

La figura 4.1. mostra una representació simplificada del procés de fabricació de detergent líquid que es du a terme a l'empresa Femar des de que es produeix el líquid base fins que es paletitzen les ampolles.

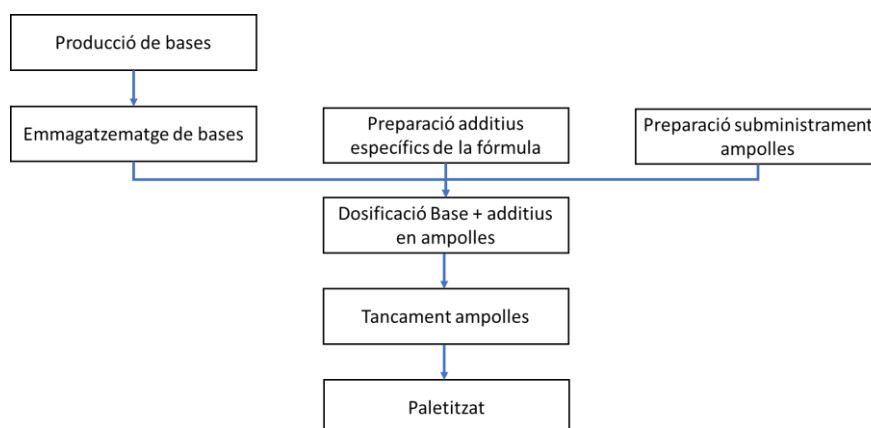


Figura 4.1. Diagrama del procés de fabricació de detergent líquid a l'empresa Femar.

4.5.2. Producció de detergent en pols

En el cas de la fabricació de detergent en pols, una vegada es disposa de la fórmula obtinguda a la torre de bufat del pols, aquesta es diposita en uns carros, que fan la funció de contenidors fins al moment en que són traslladats a les zones de buidatge per començar el procés d'envasat del pols en les bosses o cartrons.

La figura 4.2. mostra una representació simplificada del procés de fabricació de detergent en pols que es du a terme a l'empresa Femar des de que es produeix el pols base fins que es paletitzen les bosses o cartrons.

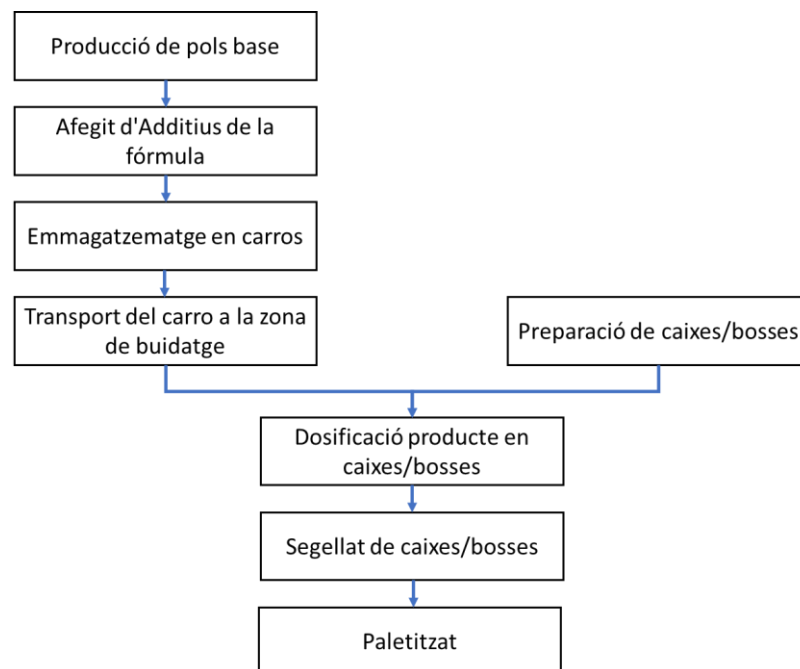


Figura 4.2. Diagrama del procés de fabricació de detergent en pols a l'empresa Femar.

4.5.3. Producció d'ambientadors

Pel cas dels ambientadors, com ja s'ha comentat, existeixen 4 tipologies de producte fabricat diferent, no obstant, a la figura 4.3., s'ha intentat representar el procés general que compleixen totes les línies de producció d'ambientadors de la planta de Femar, des de que

es produeix la formula de l'ambientador líquid, fins que es paletitzen les caixes contenidores dels recipients.

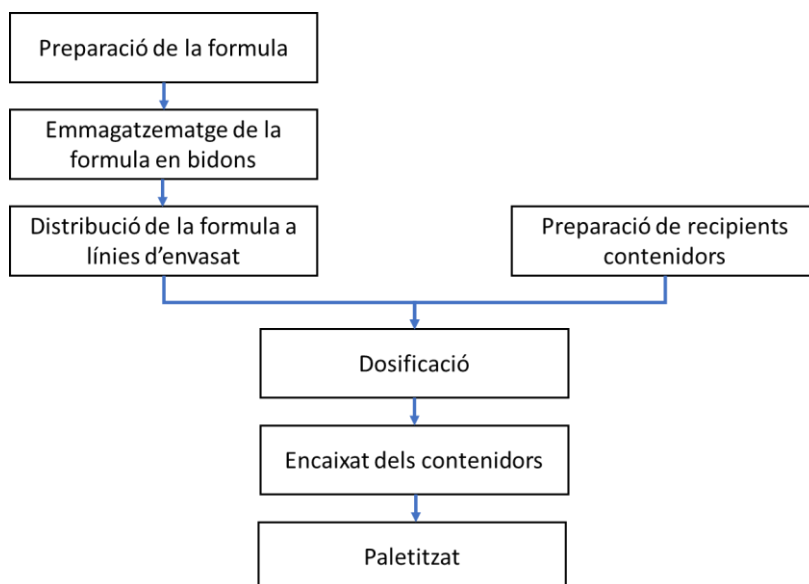


Figura 4.3. Diagrama del procés general de fabricació d'ambientadors a l'empresa Femar.

5. Els sistemes d'informació

5.1. Introducció als SI

Aquest projecte està focalitzat en l'anàlisi del procés d'implantació dels sistemes d'informació d'una empresa, per tant, un cop introduïda l'empresa Femar, convé conèixer que s'entén per sistemes d'informació d'una empresa, quins són els rols que tenen aquests sistemes dins de l'empresa i per què són un actiu de vital importància per al correcte funcionament del negoci.

5.2. Que s'entén per SI d'una empresa

Com a punt de partida per a aquest projecte, convé entendre correctament a que es refereix el concepte de sistema d'informació. Segons Andreu, Ricart i Valor (1991) un sistema d'informació s'encarrega de recollir, emmagatzemar, elaborar i distribuir informació per a l'operació, direcció i control, i recolza processos de presa de decisions, necessaris per a les funcions de negoci, atenent a una estratègia.

Cal entendre els SI com un conjunt formal de processos, que opera sobre un conjunt estructurat de dades, d'acord a les necessitats d'una empresa. L'operativa dels sistemes d'informació consta de quatre fases; la captura de la informació, el seu processament on s'inclou la classificació, l'ordenació del càlcul i l'emmagatzematge, la sortida o distribució de la informació i finalment el control del procés complet.

En quant a la composició d'un sistema d'informació, cal deixar clar que no només engloba les dades que contenen la informació, sinó també tots aquells elements que juguen qualsevol paper en el procés prèviament descrit com són; les persones involucrades, les activitats de tractament de la informació, els equips informàtics, xarxes, dispositius i els programes.

Per comprendre la importància dels sistemes d'informació de les empreses, es poden

simplificar aquestes empreses i tractar-les com a un conjunt de processos de negoci, entenent aquests processos com una forma de poder organitzar coordinar i orientar el treball per tal de poder obtenir un producte o servei. Per tal de fer aquests plantejaments possibles, és necessari fer us dels materials, la informació i el coneixement dels que l'empresa disposa. L'exposició prèvia posa de manifest la importància que tenen els sistemes encarregats de gestionar la informació.

Atenent als punts prèviament comentats, es pot observar com, els sistemes d'informació tenen un paper fonamental en el funcionament d'una empresa. No obstant fixant l'anàlisi en l'objectiu específic que aquests sistemes pretenen satisfer, es poden classificar en tres nivells jeràrquics. En un primer nivell es troben aquells sistemes encarregats de gestionar els fluxos d'informació que recolzen la relació entre activitats i àrees funcionals de l'empresa. En un nivell intermedi es troben aquells sistemes encarregats de gestionar la informació per a la presa de decisions, de fixar objectius i fer-ne el control. Finalment, al nivell jeràrquic superior, es troben aquells sistemes que possibiliten accions de caràcter estratègic. L'estructura piramidal de l'empresa que presenta el model d'Anthony (1965) representada en la següent figura 5.1. permet representar de manera gràfica, els tres nivells jeràrquics d'una empresa amb els tipus de decisions que correspon a cada nivell i els sistemes d'informació utilitzats en cada nivell, que s'analitzaran amb deteniment al capítol 5.4.

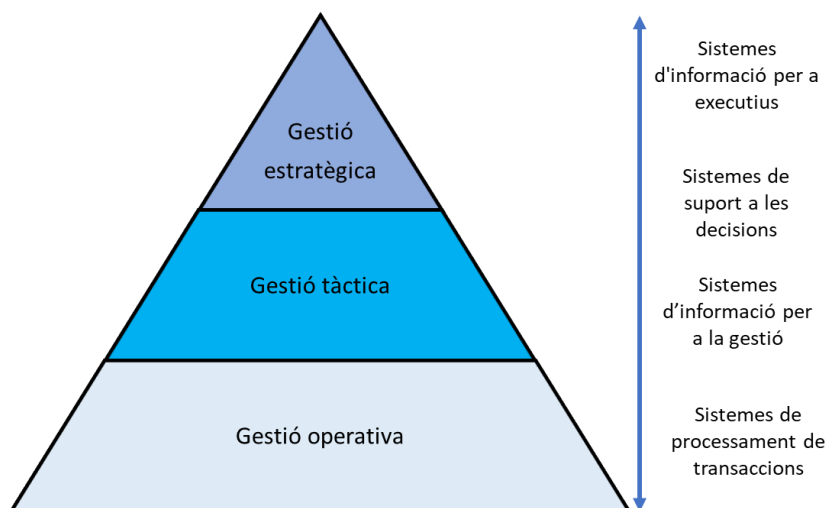


Figura 5.1. Estructura piramidal del model d'Anthony. Basat en Anthony (1965)

5.3. Els SI i la cadena de valor

L'apartat anterior ha servit per introduir els sistemes d'informació i per començar a entendre per què juguen un paper tant important al món empresarial. No obstant per comprendre correctament el rol d'un sistema d'informació cal conèixer on es situa aquest respecte la cadena de valor d'una empresa.

Segons Porter (1982) la cadena de valor està formada per totes aquelles activitats que generen valor per a l'empresa. L'anàlisi de la cadena de valor en una empresa permet determinar quines són les activitats claus del negoci i que per tant generaren un avantatge en relació a la competència.

El model de la cadena de valor distingeix dos tipus d'activitats, les activitats de línia o primàries que són aquelles que es relacionen amb l'obtenció o distribució dels productes o serveis i per tant creen valor per al client i les activitats de suport, que s'encarreguen de la infraestructura de l'empresa, la direcció dels recursos humans, el desenvolupament de les tecnologia i la innovació i les compres.

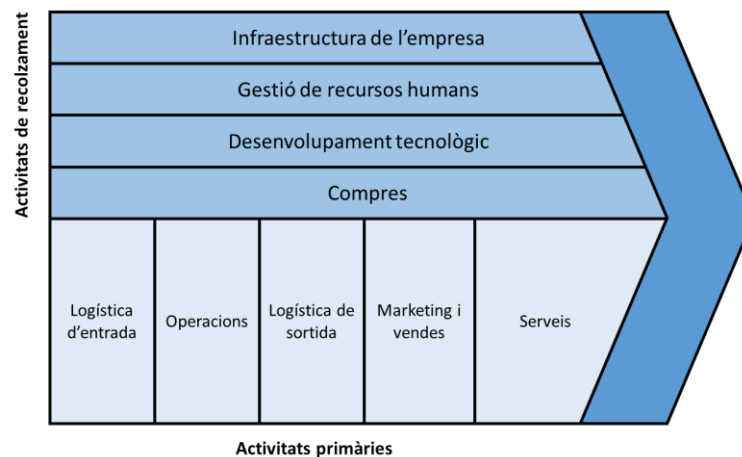


Figura 5.2. Representació gràfica de la cadena de valor. Basat en Porter (1982)

En funció de les seves competències i l'àrea de la cadena de valor on actua, parlarem d'un sistema d'informació o d'un subsistema. En aquelles circumstàncies on el sistema s'encarrega de gestionar la informació del conjunt total de les activitats presents a la

cadena de valor es parla d'un sistema d'informació general, on aquesta informació es necessita i és generada per cadascuna de les diferents activitats.

Els subsistemes d'informació són aquells que gestionen una part d'informació de determinades àrees específiques sense retornar aquesta informació al sistema. En aquests casos aquesta informació haurà de ser gestionada localment a l'àrea on és necessitada específicament. En el cas de que diversos d'aquests subsistemes es coordinin formant el que es coneix com a un sistema d'informació basic, aquest conjunt haurà de ser gestionat pel departament de sistemes de l'organització.

Un cop exposat el concepte de la cadena de valor i el paper dels SI en ella, si es vol analitzar el valor total entregat a un client, no només analitzant el procés de l'empresa que entrega el producte o servei final, sinó com a tota la xarxa d'empreses que actuen com a proveïdors i clients a l'hora, caldrà superar el concepte de la cadena de valor individual de cada una de les empreses i analitzar el sistema de valor, que no és més que la suma de les cadenes de valor del conjunt d'empreses que hi intervenen. Existeixen en aquest cas sistemes d'informació que coordinen a les empreses que actuen com a clients i proveïdors per tal de millorar l'agilitat global.

En el cas analitzat per a aquest projecte es pot comprovar com la gran multinacional es desfà de les seves àrees de negoci encarregades de la producció per centrar-se en altres àrees "core" per a la seva empresa, que s'encarreguen de la gestió de la marca. L'empresa Femar actua com a proveïdora del producte que la multinacional ha de servir. Per tal de mantenir el control sobre la distribució, la multinacional i la resta d'empreses amb les que es relaciona Femar, disposen d'una sèrie de sistemes interorganitzatius que permeten, per exemple, conèixer els terminis de producció dels articles que l'empresa Femar ha de fabricar per a ells.

5.4. El paper de las TIC dins de l'empresa.

Els diferents tipus de sistemes d'informació que es fan servir en una empresa es poden classificar en funció de la utilitat de la informació sol·licitada al procés de presa de

decisions. Atenent a aquesta classificació es poden diferenciar quatre grups de sistemes diferents, els sistemes de processament de transaccions, els sistemes d'informació per a la gestió, els sistemes de suport a les decisions i els sistemes d'informació interorganitzatius.

5.4.1. Sistemes de processament de transaccions

El nivell jeràrquic inferior, és l'encarregat de la gestió d'operacions on es troben els sistemes de processament de transaccions encarregats de captar processar dades i donar informació relativa a transaccions amb rapidesa i exactitud. La seva finalitat és la d'encarregar-se d'aquelles activitats rutinàries de tractament de dades que es duen a terme dins de l'organització.

Aquest tipus de sistema substitueix els procediments manuals per d'altres basats en computadores, per tant s'han de tractar de processos de rutina formalitzats i ben estructurats, incloent-hi aplicacions per al manteniment de registres, com són; altes, baixes modificacions i consultes o qualsevol altre activitat que compleixi els requisits prèviament descrits i on l'alt nombre de transaccions similars justifiqui la implantació d'un sistema encarregat del seu tractament.

5.4.2. Sistemes d'informació per a la gestió

Els sistemes d'informació per a la gestió estan enfocats a satisfer necessitats d'informació d'un nivell jeràrquic mitjà, subministrant informes per a la gestió que es faran servir per a la presa de decisions de caràcter tàctic o fins i tot estratègic en determinades ocasions.

Aquest tipus de sistemes fan servir models de gestió o estadístics per presentar la informació als comandaments intermedis per tal de crear una base sobre la que gestionar l'empresa, fer la planificació i control d'aquesta i per recolzar la presa de decisions repetitives.

Les decisions que es prenen recolzades pels sistemes d'informació per a la gestió s'acostumen a denominar decisions estructurades, ja que per a aquest tipus de decisions, es coneixen a priori els factors determinats que cal considerar a l'hora d'escollir una de les

possibles alternatives. Per tant, com els processos de decisió estan clarament definits es desenvolupen els SI adients que poden recórrer als sistemes SPT o a fonts externes per tal de proporcionar aquesta informació de forma periòdica amb un format normalitzat.

Cal tenir present un tipus de sistemes d'informació denominats sistemes d'informació per a executius, que proporcionen informació al nivell jeràrquic més elevat de l'empresa per tal de recolzar la gestió estratègica. Aquest tipus de sistemes proporcionen un accés ràpid a les bases de dades dels SPT i SIG, i a fonts externes per la presa de decisions de l'alta direcció com pot ser un quadre de comandament integral on es presenta informació referent a determinats KPI's del funcionament de l'empresa. Com a característiques d'aquests tipus de sistemes destaquen la rapidesa i facilitat en la presentació de les dades a més de la possibilitat de filtrar la informació i poder interactuar amb les dades.

5.4.3. Sistemes de suport a les decisions

Els sistemes de suport a les decisions recolzen la presa de decisions que no són estructurades o que només ho són parcialment. Aquest tipus de decisions es presenten majoritàriament als alts nivells jeràrquics tot i que poden existir a qualsevol nivell.

Considerant les peculiaritats del tipus de decisions a prendre, on no es coneixen a priori les necessitats d'informació i on la freqüència d'actuació és reduïda, és lògic pensar que els sistemes d'informació encarregats de donar suport a aquestes decisions hauran de ser flexibles i permetre una alta interactivitat de l'usuari. Per aquest motiu els sistemes de suport a les decisions es basen en eines de modelització i anàlisi per tal d'oferir una simulació de diferents possibles resultats per tal de que l'usuari prengui la decisió que comporti un resultat més favorable per a l'empresa.

Existeix un tipus de sistemes que també s'encarrega de recolzar la presa de decisions no estructurades o semiestructurades anomenats sistemes d'experts i de gestió, com a peculiaritat aquest tipus de sistemes automatitzen processos de presa de decisions no estructurades fent us de computadores que recullen el coneixement dels especialistes i mitjançant aquest coneixement en forma de regles i la interacció dels usuaris permeten la confirmació de diverses hipòtesis al mateix temps.

5.4.4. Sistemes interorganitzatius.

Els sistemes interorganitzatius gestionen el flux d'informació entre organitzacions diferents de manera automàtica per tal de garantir un funcionament correcte de la cadena de subministrament i augmenten el sistema de valor global.

Com ja s'ha plantejat anteriorment, aquests tipus de sistemes ofereix la possibilitat d'integrar fluxos d'informació entre empreses afins per tal de interconnectar determinats processos de negoci d'aquestes empreses i aconseguir així coordinar esforços i prendre decisions a nivell interorganitzatiu.

En el cas d'estudi, l'empresa Femar i els seus clients i distribuïdors, com per exemple la gran multinacional, comparteixen informació per mitja d'un sistema d'informació interorganitzatiu on accedint a bases de dades compartides es coordinen distribució i requeriments per tal d'agilitzar el procés global i minimitzar els errors.

5.5. Evolució de les TIC i conseqüències de la seva implantació en l'empresa

5.5.1. Evolució de les TIC

Es pot considerar l'origen dels sistemes d'informació com es coneixen actualment a la dècada dels anys seixanta del segle passat amb l'aparició dels primers mainframes. Des d'aquell moment s'ha viscut una autèntica revolució tecnològica que ha anat atorgant cada cop més pes als sistemes d'informació de les empreses fins al punt de considerar-se com a factors determinants a la definició de l'estratègia de negoci.

En un primer moment d'aquesta evolució els SI van ser considerats com a instrument simplificador de determinades activitats de l'empresa, per tal d'agilitzar tràmits i reduir el nombre d'errors en operacions ben estructurades.

El desenvolupament de la informàtica i les telecomunicacions va permetre augmentar l'eficàcia en la realització de les tasques, estalviar temps en activitats de desenvolupament i

emmagatzemar les dades en el mínim espai possible, augmentant l'interès en aquests sistemes per part del món empresarial. Amb el pas del temps, les empreses han entès que els sistemes d'informació i les tecnologies que els suporten, permeten obtenir millors resultats empresarials, convertint-se així en una eina per diferenciar-se de la competència. D'aquesta manera els sistemes d'informació obtenen el rol principal que ocupen actualment sent considerats com a una de les qüestions estratègiques de la companyia.

Gibson i Nolan (1974) descriuen l'evolució dels sistemes d'informació basant-se en l'evolució de les tecnologies de la informació. A mesura que les TIC es desenvolupen, els sistemes d'informació van adquirint un major pes en les organitzacions, fins a començar a ser considerats com un element més del procés de planificació empresarial. El model de l'evolució de l'ús de les TIC proposat per Gibson i Nolan diferencia quatre etapes; la iniciació, el contagi, el control i la maduresa que s'exposen a continuació.

A la fase d'iniciació els sistemes d'informació, s'apliquen per simplificar i automatitzar els processos administratius. S'utilitzen els ordinadors i sistemes informàtics per estalvi de costos i temps en la realització d'aquestes operacions, és a dir millores centrades en l'eficiència. Aquesta etapa destaca per existir-hi una certa manca de formació dels empleats de l'organització respecte a aquest sistemes.

Després d'observar el correcte funcionament dels sistemes d'informació en determinades àrees de l'empresa, existeix un mimetisme respecte la resta de departaments i augmenten també les aplicacions del sistema. Aquest contagi té lloc de manera no planificada, fet que normalment implica un elevat increment de costos. En aquesta segona etapa augmenta la formació del personal en tecnologies de la informació.

A la tercera fase, els sistemes ja s'utilitzen a tota l'organització i es tenen en compte per la direcció com a element clau de l'empresa. La necessitat de control radica en l'intent de gestionar un pressupost que augmenta a mesura que els sistemes arriben a tots i cadascun dels departaments de l'empresa, d'aquesta manera apareix la necessitat de considerar la planificació dels sistemes d'informació.

En la fase final de maduresa les empreses ja han après a gestionar les TIC de manera eficaç i eficient i per tant la planificació i desenvolupament de sistemes d'informació ha passat a considerar-se com a un dels aspectes clau de la gestió empresarial.

5.5.2. Impacte i beneficis

A l'hora de saber si convé invertir o no en un sistema, és imprescindible fer un estudi per determinar en primer lloc, en quin grau el sistema provocarà millores a l'empresa i en segon lloc en quin horitzó temporal.

Autors de gran renom com és el cas de Robert Solow (1956) van defensar, durant el segle passat, que les empreses havien de buscar fonts de millora de productivitat alternatives a les tecnologies de la informació, ja que segons la seva postura, un augment en la inversió en TIC no repercutia en millores de productivitat. Els anys i l'experiència han demostrat no obstant que la rendibilitat de les TIC existeix, tot i que en la majoria dels casos aquesta rendibilitat és difícil de mesurar i els beneficis apareixen a mig/llarg termini. A més, cal tenir present que per tal de fer possible el funcionament dels sistemes cal adaptar els mètodes productius i formar al personal.

Gràcies a l'automatització, la reducció del temps de transferència entre mitjans, l'eliminació d'activitats no productives i que no aporten valor i l'augment de la velocitat de procés, les TIC aporten a aquelles empreses que inverteixen en elles un augment de productivitat. Per altre banda, l'ús de les TIC no es limita a actuar com a instrument de treball per augmentar la productivitat sinó que el seu us pot ser utilitzat com a tecnologia de l'organització per tal de crear SI verticals i horitzontals i augmentar d'aquesta manera la capacitat d'elaborar informació i millorar la flexibilitat de l'empresa. Aquest us de les TIC com a tecnologia d'organització permet també disminuir els costos de coordinació i controls i disminuir els costos de transacció, com passa en la implantació d'un ERP com el del present projecte..

L'ús de les TIC pot arribar a implicar una redefinició de l'abast del negoci per a una empresa, tot depenent de quina transformació a nivell organitzacional provoca la implantació d'aquestes tecnologies. En un primer moment existeix una explotació localitzada, on els sistemes es centren en les millores de productivitat sense afectació als processos. Si es vol augmentar els beneficis potencials convé plantejar-se l'opció de la integració de les TIC, aquest pas, per als casos en que el cost sigui compensat pel valor afegit, comportarà un pas important per a l'empresa en quant a la relació amb els seus competidors. Un cop superada la fase d'integració, tant a nivell tècnic com a nivell de interdependència entre processos es pot arribar a les fases de rediseny, començant pel rediseny dels processos de negoci afegint-ne el factor tecnològic que aporten les TIC, avançant cap al rediseny de la xarxa de negocis, millorant la relació amb la resta

d'empreses implicades i acabant amb un possibles rediseny de l'abast del negoci.

En els apartats finals d'aquest TFM s'analitzen tant els beneficis com els costos que la implantació dels nous sistemes suposen, per tal de determinar la validesa dels sistemes com a inversió per a l'empresa.

Tots els canvis prèviament descrits en aquest apartat fan referencia a desenvolupaments en les tecnologies que suporten els sistemes, no obstant, per garantir l'èxit d'aquests canvis es necessari un procés d'adaptació al canvi on a major innovació, major resistència hi existirà. Si es considera l'empresa com a una combinació de tasques, persones, estructura i tecnologia, atenent al diamant exposat per Leavitt (1965) es pot considerar un desenvolupament en tecnologia com un moviment en l'eix de la tecnologia i que per tant provocarà un desequilibri que caldrà equilibrar actuant sobre la resta de components del sistema. Al capítol 12 s'analitza detalladament com s'ha plantejat el procés de gestió del canvi per al projecte realitzat a Femar.

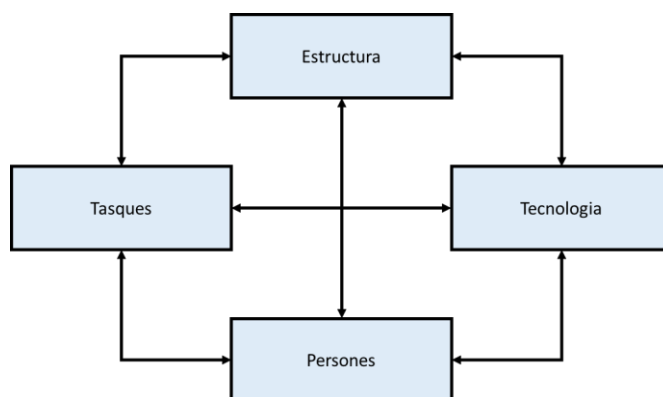


Figura 5.3. Representació del diamant de Leavitt. Adaptat de Leavitt (1965)

5.6. La indústria 4.0 i les TIC que suporten aquesta revolució

5.6.1. Introducció a la indústria 4.0

En aquest apartat es pretén fer una breu introducció a la revolució que s'està produint a

nivell empresarial en els darrers anys, analitzant quines són les tecnologies en las que les empreses més estan invertint per evolucionar i adaptar-se a un entorn cada vegada més competitiu. A aquest tipus d'indústria moderna que és capdavantera en l'ús d'aquestes noves tecnologies, es coneix amb el nom de indústria 4.0.

El terme indústria 4.0 va aparèixer per primera vegada al 2011 a la fira de Hannover, a Alemanya, el major esdeveniment de tecnologia industrial del món. Aquest concepte descriu la digitalització de les cadenes de producció a través d'aplicacions innovadores, juntament amb l'avanç de sistemes d'informació i altres components electrònics, que cerquen l'augment de l'eficiència en la producció, la flexibilitat i la competitivitat de les empreses.

La indústria 4.0, per tant, està focalitzada en l'optimització de les cadenes de valor fent us de la producció flexible gràcies a l'automatització i l'intercanvi de dades entre les diferents parts de la cadena de subministrament. Gràcies al internet de les coses, el big data i a la fabricació intel·ligent, s'aconsegueix la recopilació i compartició de dades en temps real, fet que porta a millores substancials en la predicció d'errors, al redisseny dels processos productius i a una presa de decisions amb arguments més fiables, gràcies a la digitalització cada vegada més acurada de la situació actual del sistema.

5.6.2. Les bases de la indústria 4.0

Les principals àrees i conceptes tecnològics de la indústria 4.0 són les que s'exposen a continuació.

Big data i anàlisi de dades

Aquest terme es refereix a la gestió i l'anàlisi de grans volums de dades que fan possibles les noves tecnologies. El seu objectiu és convertir dades en informació per facilitar la presa de decisions. La clau d'aquest concepte radica no només en gestionar volums cada vegada més grans d'informació, sinó en tenir la capacitat d'interpretar aquestes dades de manera correcta i que això pugui conduir a generar noves oportunitat de negoci.

Sistemes ciberfísics i robòtica autònoma

Aquest punt tracta els sistemes que serveixen per capturar informació sobre l'entorn i són capaços d'actuar sense intervenció humana. En els darrers anys s'està vivint una revolució en el sector, ja revolucionari des dels seus orígens i es que l'evolució de les capacitats robòtiques es reinventa a una velocitat trepidant, cada vegada arribant a nivells més elevats d'autonomia i flexibilitat.

Simulació

L'ús de la simulació per ordinador és essencial per garantir la qualitat i eficiència en el desenvolupament de productes en l'actualitat i en el futur proper. Hi ha un elevat nombre de camps d'estudi, cadascun encarregat de fer una anàlisi diferent basada en simulacions, alguns exemples són; les simulacions en el camp de la dinàmica de fluids, simulacions tèrmiques, simulacions electromagnètiques o simulacions acústiques. La realització d'aquestes simulacions proporciona beneficis com ara; la reducció de temps en la preparació de projectes, l'augment de la productivitat, l'augment de la facilitat de detecció d'averies i la possibilitat d'identificar les millors solucions a un problema per comparació d'alternatives.

El internet de les coses

Aquest és un concepte que es refereix a la interconnexió digital d'objectes quotidians amb internet. Aquests objectes (o màquines) estan equipats amb sensors i tecnologies capaços de recollir dades, que s'utilitzen per determinar, per exemple, l'estat de les coses.

Ciberseguritat

La indústria del futur requereix, com s'està veient, que tots els àmbits de l'empresa estiguin connectats, per tant la seguretat cibernètica és un element clau per protegir dades i sistemes d'amenaques potencials.

Fabricació additiva

Aquet terme es refereix, no només a la impressió 3D, sinó també la robòtica, la informàtica, la intel·ligència artificial i la comunicació entre dispositius que seran àmpliament utilitzades per permetre produir petits lots de fabricacions personalitzades amb dissenys lleugers i complexos.

Realitat Virtual

És la combinació d'elements virtuals amb elements del món real per crear una experiència híbrida.

El núvol

Dins de la indústria 4.0, cada vegada més organitzacions estan començant a utilitzar programaris basats en el núvol, permetent-los emmagatzemar i compartir dades online. El núvol essencialment opera com a servidors remots que emmagatzemen informació, dades i programes, així que és possible accedir-hi des de qualsevol dispositiu connectat a internet, des de qualsevol part del món.

Integració de sistemes horitzontals i verticals

Es refereix a la gestió dels sistemes integrats per tal de tenir una única plataforma, on treballadors i col·laboradors poden tenir accés a la mateixa informació (SCM, ERP, CRM, APS CMS, gestió de recursos humans). Tots aquests sistemes poden ser independents, però hauran d'estar connectats per afavorir l'automatització de tasques i garantir una gestió integrada de l'experiència d'usuari.

Aquest apartat es tractarà al següent capítol, ja que un punt clau del present projecte és la correcta interpretació del SAP implantat a Femar, com a l'element central dels sistemes d'informació de tota l'empresa.

5.6.3. Introducció als sistemes ERP i APS i al procés d'integració de sistemes

El projecte real en el que es basa el present Treball Final de Màster, va consistir en la implantació de dos sistemes, i en el procés d'integració de tots dos per funcionar conjuntament. Aquests sistemes són; un ERP i un APS, el primer es tracta d'un sistema integrat d'informació per a la gestió i el segon es focalitza en oferir solucions per a millorar el procés de realització del pla de producció de l'empresa.

Com s'analitzarà en apartats posteriors, els sistemes ERP engloben el total de departaments de l'empresa, no obstant, aquest treball limita el seu abast a analitzar a la part de la planificació i control de la producció. Per aquest motiu l'anàlisi del projecte es centrarà en el funcionament del sistema APS i en aquells mòduls del ERP encarregats d'aquesta àrea del negoci i les que hi puguin estar relacionades.

A l'apartat de les bases de l'indústria 4.0 s'ha plantejat com un requeriment d'aquesta revolució industrial el procés d'integració dels sistemes. En aquest projecte, el sistema ERP, SAP, en aquest cas, es va considerar com el sistema que havia d'integrar i centralitzar tota la informació de l'empresa Femar. Tot i les múltiples funcions d'un sistema ERP hi han determinades funcions de l'organització en relació a la gestió d'informació que recauen sobre altres sistemes, no obstant la funció del ERP serà la de recollir tota aquesta informació provinent del total de sistemes i centralitzar-la en un de sol, perquè tots els sistemes, estant connectats al ERP puguin tenir accés al total de la informació de l'empresa en temps real.

En quant al sistema APS, aquest es pot considerar com uns dels sistemes que es connectaran al ERP per tal de millorar el seu funcionament. Es pot entendre que aquest APS, esdevé una eina per avançar cap a la indústria del futur exposada anteriorment, mitjançant les simulacions del pla de producció que permeten millorar el procés de presa de decisions en la fase de planificació.

Els propers apartats es centren en l'anàlisi dels sistemes ERP i APS. Aquesta anàlisi s'estructura fent una primera aproximació als sistemes i la seva evolució, analitzant els avantatges que genera la seva implantació, i finalment fent l'anàlisi dels productes específics que es va decidir implantar en aquest projecte a l'empresa Femar.

6. Introducció als Sistemes ERP

6.1. Definició dels sistemes ERP

Els sistemes ERP són sistemes integrats d'informació per a la gestió global de l'empresa. Es caracteritzen per estar formats per diferents mòduls que integren la informació de les diferents àrees de l'empresa en un mateix sistema. És a dir, un únic sistema té accés i gestiona una base de dades centralitzada.

Aquest tipus de gestió garanteix una millor accessibilitat i compartició de la informació, per a millorar els processos de presa de decisions i a més permet optimitzar els processos de negoci de les empreses on s'implanten.

6.2. Evolució dels sistemes ERP

L'origen del sistemes ERP es pot situar als anys seixanta del segle passat, amb la introducció dels primers ordinadors centralitzats (mainframes) que va fer possible l'aparició dels sistemes MRP (Material Requirements Planning Systems) , sistemes antecessors dels ERP, que en aquell moment s'encarregaven de la planificació dels requeriments de materials.

Als anys vuitanta, aquests sistemes van ser superats pels anomenats MRP II, en aquest cas ja no es tractava de sistemes focalitzats exclusivament a la planificació de requeriments, sinó que s'inclouen noves funcionalitats per a millorar la gestió dels processos productius. Aquestes funcionalitats permetien incloure la gestió de la planta productiva dintre del sistema així com les activitats encarregades de la distribució dels productes fabricats.

Els primer sistemes ERP, sorgits com a extensió d'aquests MRP van aparèixer com a eina per a integrar la informació generada per les diferents àrees de l'empresa. Millorant la funcionalitat dels sistemes MRP, focalitzats exclusivament en la gestió productiva, els ERP

aconsegueixen convertir-se en l'eina de referència per a la presa de decisions empresarials gestionant en un mateix sistema la informació relativa a finances, recursos humans, comptabilitat, administració, fabricació...

Els sistemes ERP convencionals encara tenen marge de millora avançant cap a els anomenats ERP II o ERP evolucionats. Aquests amplien el concepte dels sistemes ERP integrant dintre del sistema a tots els participants del sistema de valor, des de proveïdors fins a clients. Aquesta inclusió d'elements externs dintre del software de gestió augmenta l'intercanvi d'informació i millora la col·laboració entre els diferents agents, això condueix a una visió del negoci més ampla que permet un millor funcionament de cadascuna de les parts implicades.

Aquest tipus de ERP evolucionat està dissenyat per allotjar-se completament a la xarxa, això permet una major facilitat d'accés a un menor cost de infraestructura. Tot i les millores potencials que presenten, els ERP II es troben encara en la seva fase inicial i per tal d'optimitzar el seu funcionament s'haurà d'apostar per la millora i la coordinació entre les parts, per tal de que l'actuació de qualsevol de les baules de la cadena total generi, de manera automàtica, les pertinents conseqüències desencadenades a la resta de parts implicades del sistema i així cadascuna d'aquestes, pugui executar les seves correccions de manera immediata.

6.3. Característiques dels sistemes ERP

Com ja s'ha exposat un ERP és una aplicació integrada basada en regles de gestió estàndard utilitzat per a unir i optimitzar processos de gestió. En aquest apartat s'analitzaran els conceptes de modularitat i parametrització dels ERP, característiques diferencials que distingeixen als ERP de qualsevol altre sistema.

6.3.1. Modularitat

Com ja s'ha expressat anteriorment un ERP s'encarrega d'integrar diferents àrees de

negoci en un sol sistema, no obstant els ERP estan dividits en mòduls, cadascun encarregat d'un conjunt d'aquestes àrees. Aquest fet atorga als ERP un gran avantatge, ja que permet als usuaris escollir els mòduls que necessiten en un primer moment de la implantació, atenent als seus requisits tant tècnics com econòmics, no obstant el fet de poder afegir nous mòduls i la facilitat d'integrar-los amb la resta, permet l'escalabilitat del sistema, un aspecte clau que garanteix que el sistema pugui créixer a l'hora que ho fa la companyia.

6.3.2. Parametrització

Que el sistema sigui parametritzable significa que està recolzat sobre un codi base que per mitjà de diversos paràmetres es pot ajustar a l'empresa. Aquesta categoria es troba a mig camí entre els sistemes a mesura i els sistemes estàndard. A major parametrització més elevat serà el cost de la implantació del sistema, per tant, a l'hora de definir els requisits d'una implantació d'aquest tipus convé buscar l'equilibri adequat entre adaptabilitat i costos.

6.4. Beneficis que aporten els sistemes ERP

Quan s'implanta un nou sistema en una empresa, es fa perquè les millores potencials que provoca, superen el cost d'implantar i mantenir el sistema. A continuació es presenten algunes de les millores que els sistemes ERP aporten a les companyies on s'implanten per entendre per què les grans empreses recorren a aquests tipus de sistemes per gestionar els seus recursos.

Reducció dels costos de gestió

Els costos de gestió per a l'empresa es veuen disminuïts gràcies a la visió global que aporta el fet de disposar de tota la informació a una mateixa font.

Augment de la productivitat

La productivitat de l'empresa augmenta gràcies a l'estandardització i automatització de processos que permet el sistema.

Gestió de la producció més controlada

L'accés a la informació, permet un control més exhaustiu d'estocs, de la planificació, dels requeriments reals de matèria prima i de l'estat actual de la producció. Aquesta facilitat d'accés a la informació genera una gran quantitat d'avantatges per a les empreses, com per exemple la possibilitat d'adoptar la filosofia "Just In Time" on es redueix el temps d'estocatge de producció final, matèries primes i semielaborats sense arribar a trencar estoc.

Temps al mercat més ràpid

La possibilitat de compartir informació entre tots els components de l'organització permet agilitzar el procés, ja sigui per millores en productivitat o per millorar en la pressa de decisions per tal de fer arribar els productes comercialitzats al mercat en el menor temps possible, reduint el període de retorn de les inversions de l'empresa i per tant permetent que aquesta creixi més ràpidament.

Millora del servei al client

Disposar de tota la informació al moment permet entre d'altres coses poder donar resposta de manera ràpida a les peticions dels clients, ja sigui en referencia a comandes futures, passades o en curs. Aquesta millora en la comunicació amb el client, implica normalment millores en les relacions amb aquests, amb totes les avantatges que això implica.

6.5. Sistemes ERP existents als mercats i les seves principals característiques

Actualment existeixen al mercat una gran varietat de sistemes que ofereixen solucions ERP per a empreses. És convenient conèixer quines són les marques més prestigioses i saber quines s'adapten millor al negoci. Quan una empresa decideix implantar un sistema ERP i ha de decidir quin software ha de se l'escollit haurà de fixar-se no només en com el sistema pot adaptar-se per introduir els processos empresarials i els costos dels equips i sistemes necessaris sinó també considerar el procés d'implantació i adaptació de l'empresa al sistema on hauran de considerar-se els diferents costos d'implantació de formació i de consultoria tant a nivell econòmic com de temps i recursos.

SAP és un dels softwares més utilitzats a nivell mundial. Hi ha un elevat nombre de grans companyies que compten amb aquest sistema ERP, com és el cas de l'empresa Femar i la gran multinacional que abans era propietària de la planta productiva. Entre els competidors més potents de SAP destaca Oracle, considerat com un dels sistemes de base de dades més complert. Microsoft també disposa d'un ERP anomenat Microsoft Dynamics, tot i que aquest està més enfocat a PIMES i destaca per l'alt nivell de personalització que permet i la seva facilitat d'ús. També per facilitat del sistema i rapidesa d'implantació cal destacar SAGE ERP X3, un altre sistema que també compta amb un gran nombre d'implantacions en mitjanes i grans empreses.

7. SAP i les seves eines per a la planificació de la producció

7.1. Introducció a SAP

SAP és un software d'un proveïdor alemany que és líder mundial en la quota de mercat del ERP. SAP és una abreviatura per a Sistema, aplicacions i productes en el processament de dades, que ofereix una completa gamma de solucions que permeten potenciar tots els aspectes del negoci de la companyia.

SAP basa el seu funcionament en una arquitectura client-servidor i està desenvolupat en el seu propi llenguatge de programació anomenat ABAP. Els ERP de SAP han passat per diverses versions de llançament amb optimització de les aplicacions i millora de les interfases amb d'altres softwares en cadascuna de les noves "releases".

Ja s'ha comentat que una de les principals característiques dels sistemes ERP és la modularitat, al següent punt s'analitzaran els principals mòduls que conformen l'ERP de SAP, no obstant a més dels mòduls que s'analitzaran a continuació, SAP ofereix també la possibilitat d'afegir al seu ERP paquets d'expansió, no considerats com a mòduls propis del ERP però que també milloren i/o amplien les funcionalitats del sistema.

7.2. Blocs funcionals de SAP

Tot i que aquest Treball Final de Màster es centra en analitzar el mòdul dedicat a la planificació de la producció, el projecte real d'implantació de SAP a l'empresa Femar, ha consistit en la implantació d'un conjunt de mòduls que convé conèixer també, ja que finalment tots formen part d'un mateix sistema i cadascun dels mòduls interactua amb els altres.

A la següent imatge (Figura 7.1.) es mostren els diferents mòduls de SAP així com una

possible agrupació en funció de l'àrea empresarial que tracta cadascun, posteriorment es presentarà cadascun dels diferents mòduls amb les seves funcionalitats principals.

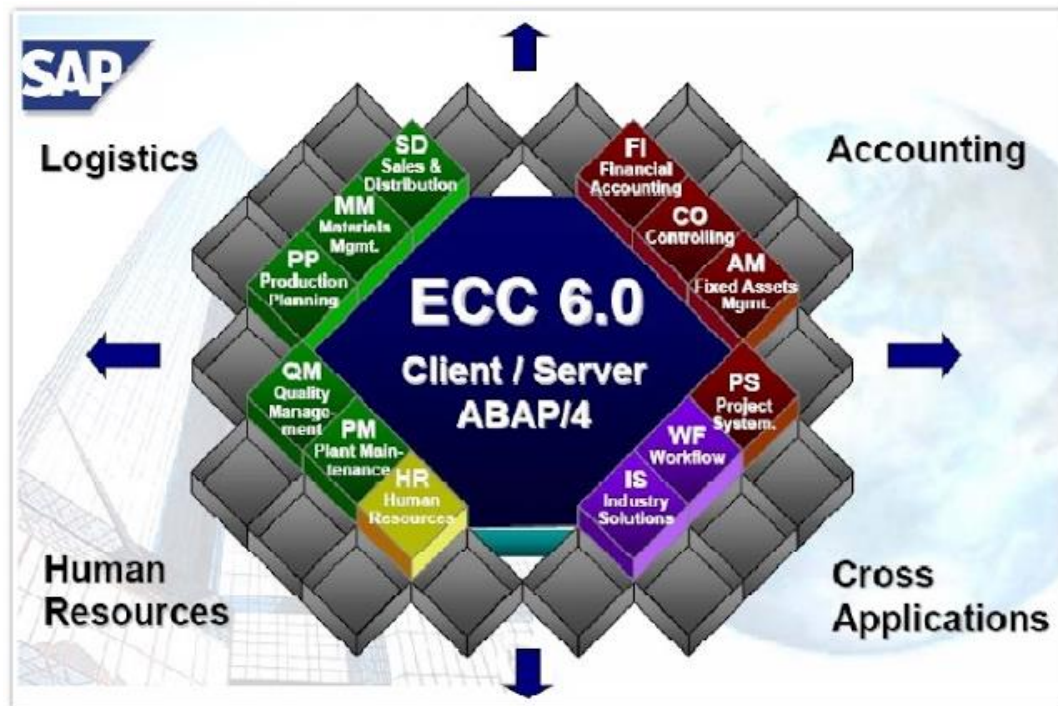


Figura 7.1. Mòduls funcionals de SAP.

Mòdul FI - Gestió Financera

Aquest mòdul proporciona una visió completa de les funcions comptables i financeres. Qualsevol operació del procés de negoci té un seient comptable en aquests mòdul.

Mòdul CO - Comptabilitat de costos

SAP CO s'utilitza per representar l'estructura de costos i els factors que tenen influència, referit genèricament com comptabilitat interna de l'empresa.

Mòdul AM - Actius fixes

SAP AM es centra a la gestió de la informació referida als actius de l'empresa, al seu

registre i la determinació de les amortitzacions.

Mòdul MM - Gestió de materials (gestió de Material)

El mòdul MM de SAP inclou totes les etapes de gestió de materials; planificació i control, compres, entrada de mercaderies, gestió d'estocs i verificació de factures.

Mòdul SD - Vendes y Distribució

Aquest mòdul tracta tot el procés de relació amb els clients; pre-venda, venda, comunicació amb MM per a l'adquisició de béns i serveis necessaris pels clients, planificació i preparació de les entregues, transport a la facturació als clients.

Mòdul PP - Planificació de la producció

SAP PP és el mòdul responsable de la gestió de la producció, és a dir, definició de processos, zones de treball i recursos per al desenvolupament, les sol·licituds d'aprovisionament de matèries primeres, les necessitats de personal, d'eines i maquinària...

Aquest és el mòdul principal que s'analitzarà en els propers capítols d'aquest TFM, exposant quin és el flux de treball quan s'utilitza, quina és la informació que gestiona i amb quins altres mòduls interactua.

Mòdul PM - Manteniment de planta

El mòdul PM gestiona les activitats de manteniment dels equips de l'empresa, controlant disponibilitat dels equips, periodicitat de les accions a realitzar, personal involucrat i costos de les actuacions.

Mòdul HR - Recursos humans

Aquest mòdul s'encarrega de la planificació dels recursos humans; reclutament i selecció, gestió de personal, la liquidació i el seu desenvolupament i formació.

Mòdul QM - Control de qualitat (Quality Management)

El mòdul QM gestiona la informació requerida durant tot el cicle de vida del producte, oferint diferents funcions i serveis per garantir la qualitat del producte.

Mòdul PS - Sistema de projecte

El mòdul PS s'utilitza en aquelles empreses enfocades a treballar per projectes. Aquest mòdul assegura un detallat seguiment de tots els aspectes del projecte.

Mòdul WF - Flux de treball

En aquest cas, aquest mòdul no s'encarrega d'un àrea de l'empresa, sinó que es presenta com a una poderosa eina d'automatització i control de tasques que facilita i agilitza processos.

7.3. SAP PP

SAP PP com ja s'ha exposat és el mòdul de SAP, encarregat del control i la planificació de la producció, que inclou des de la gestió de la demanda fins a control de les ordres de fabricació. Es pot dividir en dues parts diferenciades; planificació, part encarregada de gestionar la planificació de materials i capacitat de la planta i execució, part que gestiona la creació d'ordres i totes les activitats existents fins al seu tancament.

7.3.1. Procés de planificació de SAP PP

El mòdul PP com s'ha comentat anteriorment consta dels processos de planificació i d'execució, en aquest punt s'analitzarà en que consisteix el procés de planificació, que és el que primer s'executa en el temps.

En el procés de planificació cal destacar com a pas principal, l'execució del MRP que genera les ordres provisionals amb les seves respectives dates i quantitats netes necessàries per tal de que els processos productius puguin començar abans de que els estocs dels productes fabricats quedin per sota dels mínims establerts deguts als plans de demanda existents al sistema.

Paral·lelament a l'execució del MRP, les dades mestres referents als fulls de ruta i les llistes de materials són copiades a cadascuna de les ordres provisionals generades per el MRP.

Els requeriments gestionats per el MRP poden provenir tant de comandes de venda reals gestionades pel mòdul SD com de requeriments d'estoc provinents d'un pronòstic de la demanda, aquestes dues possibilitats permeten a l'usuari definir per a cada cas si el sistema treballarà en un escenari "make-to-stock" o en un "make-to-order". En qualsevol dels casos el funcionament del sistema, com en qualsevols MRP, consistirà en analitzar les necessitats de producte final provinents de qualsevol dels orígens exposats prèviament i proposar els requeriments de producció, compra i/o trasllat d'aquests productes demandats i qualsevol dels existents a la seva llista de materials que sigui necessari aprovisionar.

La següent imatge (Figura 7.2.) mostra un exemple de l'execució del MRP a l'empresa Femar que genera les ordres de fabricació necessàries per satisfer les necessitats d'uns dels codis de material fabricats.

Material									
Centro	1020	CarPlanNec	Z1	Tipo material	ZPPG	Unidad	CS		
F...	Fecha	Elem.pl...	Datos del ElemPINec	Fe.reprograma...	E...	Entrada/Nec.	Ctd.disponible	Ve...	Alm...
	13.07.2017	Stock					0		
	18.07.2017	OrdPrv	0000126972/ALM *			1.400	1.400	T21	3000
	20.07.2017	NecPPI	VSF			1.400-	0		
	25.07.2017	OrdPrv	0000135545/ALM *	01.08.2017	15	1.400	1.400	T21	3000
	01.08.2017	----->	Fin horizonte planif.						
	01.08.2017	NecPPI	VSF			1.400-	0		
	08.08.2017	OrdPrv	0000132029/ALM		42	2.800	2.800	T21	3000
	08.08.2017	NecPPI	VSF			1.400-	1.400		
	14.08.2017	NecPPI	VSF			1.400-	0		
	16.08.2017	OrdPrv	0000138891/ALM		42	1.400	1.400	T21	3000
	21.08.2017	NecPPI	VSF			1.400-	0		
	22.08.2017	OrdPrv	0000140802/ALM		01	1.400	1.400	T21	3000
	25.08.2017	NecPPI	VSF			1.400-	0		
	29.08.2017	OrdPrv	0000140803/ALM		01	4.200	4.200	T21	3000
	30.08.2017	NecPPI	VSF			1.400-	2.800		

Figura 7.2. Exemple del resultat de l'execució del MRP de SAP per a un producte de Femar.

7.3.2. Procés d'execució de SAP PP

El segon punt del mòdul PP de SAP, una vegada finalitza el procés de planificació, és el procés d'execució. Aquest consta dels següents cinc passos principals.

Conversió d'ordres previsionals en ordres de producció

Al convertir ordres previsionals en ordres de procés (també anomenades ordres de fabricació) el sistema elimina l'ordre previsional i transfereix la informació a la nova ordre de procés. Les necessitats dependents abans de l'ordre previsional passen a convertir-se en reserves ja assignades a la nova ordre de procés.

En les posteriors execucions del MRP aquestes ordres de procés ja es consideren com a fixes i per tant es donaran per vàlides les dates, quantitats, fulla de ruta i llista de materials referents a l'ordre.

Alliberació d'ordres de producció

L'alliberació d'un ordre és fonamental per tal de tractar correctament una ordre de producció. Quan el procés de fabricació de l'ordre és imminent l'estatus de l'ordre passa a ser "alliberada" i es procedeix al consum dels materials.

Sortida de mercaderies per a l'ordre de producció

Els consums de materials contra una ordre de producció s'informen en el sistema per tal de descomptar aquests materials del total de materials disponibles i perquè existeixi la traçabilitat del material que s'ha utilitzat per a cadascuna de les ordres.

Notificació d'ordres de producció

La notificació garanteix el control en l'execució de les ordres de fabricació. Mitjançant un bon procés de notificació de les ordres es pot arribar a obtenir temps real informació de

gran utilitat referent a l'execució de l'ordre com per exemple ritme de treball, costos implicats, consum de material, eficiències de l'ordre... per tant, disposant d'aquesta informació es pot actuar en aquells casos en que el resultat no fos l'esperat en comparació amb la planificació.

Entrada de mercaderies contra l'ordre de producció

L'entrada de mercaderies d'una ordre de producció pot entendre's de manera similar a l'entrada de mercaderies per un ordre de compra, on al finalitzar la producció es considera per finalitzat el procés i el producte fabricat passa a estar disponible dintre del sistema. Aquest procés d'entrada de mercaderies dintre del sistema pot realitzar-se de manera manual o de manera automàtica.

7.3.3. Integració de SAP PP amb altres mòduls SAP

Com ja s'ha exposat prèviament, el mòdul PP de SAP depèn i es relaciona amb altres mòduls per poder funcionar correctament. En aquest apartat s'analitzarà com el mòdul PP interactua amb altres mòduls de SAP per tal de gestionar correctament la informació referent a la planificació de la producció existent al sistema.

Integració SAP PP amb SAP SD

Com s'ha comentat anteriorment, la gestió de comandes controlada des del mòdul SD presentarà les necessitats amb les que el sistema haurà de complir generant ordres provisionals en els casos necessaris.

Integració SAP PP amb SAP MM

La integració de SAP MM amb SAP PP és un punt de vital importància. En primer lloc totes les entrades i sortides de mercaderies, ja siguin matèries primes productes acabats o semielaborats, es gestiona mitjançant el mòdul MM i per tant sense una bona gestió d'aquestes operacions el mòdul PP no podria funcionar en quant a la generació de les

ordres necessàries per a satisfer els requeriments existents. Per altre banda el mòdul MM es nodreix de la informació proporcionada pel mòdul PP per a gestionar l'aprovisionament correcte dels materials de les ordres planificades.

Integració SAP PP amb SAP CO

El mòdul de planificació i el de control de costos poden treballar conjuntament per tal d'assignar els costos a les diferents activitats i comptabilitzar aquest cost a l'hora de realitzar la planificació de la producció dels diferents productes, això també pot permetre determinar les variacions respecte els costos planificats i els costos reals per tal de identificar les causes de les variacions i incloure-les al procés de planificació, quan sigui possible, per tal de millorar el control de la producció.

Integració SAP PP amb SAP FI

Les comptabilitzacions d'inventaris, tant entrades com sortides de material, repercuteixen en la gestió financera de l'empresa, per tant integrant el mòdul financer amb el de planificació es possible comptabilitzar la gestió financera dels processos futurs per poder anticipar-se a aquelles situacions que requereixin un tractament especial.

Integració SAP PP amb SAP QM

Es possible vincular els processos de SAP QM als de PP per tal de que en el moment de realitzar entrades de mercaderies o consums de material puguin existir punts de control de qualitat, lots d'inspecció...

Integració SAP PP amb SAP PS

En aquells casos en que existís el mòdul de PS implementat es podria treballar coordinadament per tal de que la planificació es realitzés d'acord a les necessitats dels projectes.

7.3.4. Dades Mestres requerides per SAP PP

Les dades Mestres existents a SAP estan creades de forma centralitzada i estan disponibles per a totes les aplicacions i usuaris que les requereixen. La gestió centralitzada d'aquest tipus de dades garanteix un millor manteniment d'aquesta informació evitant redundàncies i permetent un millor procés d'actualització.

A continuació es presenten els principals requeriments en quant a dades mestres que caldrà gestionar per garantir el correcte funcionament de SAP PP.

Mestre de materials

El mestre de materials conté informació necessària a tenir en compte per a l'execució del MRP de SAP com per exemple la possibilitat d'agrupació de les comandes en funció d'uns horitzons de temps definits per tal de gestionar requeriments de major volum. Per altre banda també cal conèixer les opcions de lotificació que gestionen els lots mínims màxims i múltiples de producció i compres, estocs de seguretat mínims i estocs objectius que el MRP haurà de respectar a l'hora de generar ordres de fabricació.

Llista de materials

La llista de materials o BOM conté la informació necessària per a la gestió de materials i el control de la fabricació. El departament d'enginyeria de cada empresa determina quins són els elements necessaris per a la producció de cadascun dels codis que es fabriquen.

La llista de materials conté els codis dels elements necessaris per a produir cadascuna de les referències de productes acabats o semielaborats, així com la quantitat necessària, la fase on es requereix i les unitats de mesura.

Cal tenir present que per a la producció d'un codi pot existir més d'una possible llista de materials. El fet d'escollir una llista de materials o un altre pot dependre per exemple del recurs pel qual es fabrica el producte. En ocasions poden existir diferents llistes de materials per a una única ruta de fabricació, en aquest cas una de les llistes de materials serà la prioritària i la resta de llistes es considerarien com a llistes alternatives a la principal.

Llocs de treball

Els llocs de treball representen ubicacions dintre del centre productiu on es poden realitzar les ordres de fabricació. Aquests llocs de treball poden referir-se a màquines, línies de producció, grups de persones...

Els llocs de treball apareixen al mòdul PP de SAP dintre dels fulls de ruta com a recursos productius encarregats de l'execució de cadascuna de les operacions necessàries per a la fabricació d'un codi.

Fulls de ruta

El full de ruta determina el procés de fabricació necessari per a l'obtenció d'un producte. Dintre del full de ruta han d'aparèixer totes les operacions necessàries per a la fabricació del producte així com el lloc de treball on s'ha de realitzar l'operació.

Al igual que en el cas de les llistes de materials, un mateix codi de producte manufacturat pot tenir més d'una possible ruta de fabricació. La variació d'una ruta a un altre pot implicar que els llocs de treball siguin diferents o fins i tot que el nombre d'operacions necessàries sigui diferent.

El sistema ha de gestionar totes les possibles rutes assignant les rutes prioritàries en el moment de la generació de les ordres provisionals però permetent el canvi a les rutes alternatives i gestionant el canvi de llistes de materials en els casos en que el canvi de ruta impliqui canvi de requeriments.

7.4. Requeriments tècnics de SAP

Els següents punts mostren els requeriments a nivell de sistemes amb els que cal comptar per tal d'instal·lar un sistema SAP de característiques similars a l'implantat a l'empresa Femar.

- Processador Intel Xeon E3 o equivalent.
- 12 GB de RAM.
- 500 GB Disc Dur.
- Sistema operatiu Windows server 2008 o superior.

8. Sistema APS

8.1. Introducció als sistemes APS

Als anteriors punts del projecte s'ha parlat dels sistemes ERP i de SAP com a software ERP escollit per l'empres Femar, a continuació es parlarà dels sistemes APS que poden actuar donant suport al mòdul PP de SAP per tal de millorar la gestió de la planificació de la producció d'una empresa.

Per començar cal remarcar que els sistemes d'APS són àmpliament utilitzats en ambients on els mètodes habituals de planificació no permeten satisfer les expectatives requerides pels processos de producció reals. Els mètodes tradicionals de planificació i programació utilitzen un procés per etapes per a fer la reserva de material i disponibilitat. Materials i capacitat es planifiquen de forma separada i els sistemes MRP, com per exemple el MRP de SAP, no consideren la disponibilitat de materials en planificació finita o les restriccions associades a la programació. Per aquest motiu els sistemes APS s'implanten, en molts casos per a treballar paral·lelament amb els sistemes ERP per tal de complementar-se i millorar el procés de planificació de la programació.

8.2. Característiques dels APS

Un dels aspectes claus aportats pels sistemes APS (Advanced Planning & Scheduling, o Sistema de Planificació i Programació Avançada) és assegurar el compliment amb la demanda dels clients i a l'hora optimització del temps de distribució.

Entre els avantatges dels sistemes APS es pot trobar; la capacitat d'acordar dates de lliurament vàlides per a les ordres de venda dels seus clients, la maximització del compliment de les comandes i la millorar en la seqüenciació de la producció mitjançant millores en l'aprofitament dels recursos i reduccions dels temps morts.

Totes aquestes característiques són possibles mitjançant la configuració dels paràmetres

del sistema per tal d'adaptar-los al sistema de fabricació real i mitjançant una correcta carrega de les dades mestres de llista de materials, rutes de fabricació i de les dades referents a les arribades de materials, als requeriments de la demanda i a les ordres de fabricació a seqüenciar. La característica d'aquests sistemes és que s'encarrega de realitzar càlculs i estimacions de manera dinàmica, per tal d'escollir el moment i el recurs adequat on s'ha de fabricar cadascuna de les ordres de fabricació existents al sistema per tal d'optimitzar els resultats en base a la configuració establerta però respectant les restriccions existents al sistema.

8.3. Els sistemes APS existents al mercat i les seves funcionalitats

De entre els possibles sistemes APS existents al mercat espanyol hi ha dos que destaquen per sobre de la resta, que són Preactor i Asprova. La primera és una firma de software anglesa propietat de grup Siemens des de 2012, el segon és un software APS d'origen japonès que va aparèixer als anys noranta i compta amb més de 1000 implantacions a nivell mundial. Existeixen d'altres sistemes al mercat entre els que destaquen noms com poden ser Izaro i Ortems però la seva quota de mercat estatal és molt petita en comparació amb els dos prèviament mencionats i el nombre d'empreses especialitzades en ells, capaces d'implantar-los també és molt reduït, fent que cada cop més els dos sistemes principals obtinguin nous contractes mentre que les firmes més petites i els softwares personalitzats van perdent clients potencials.

Tant Preactor com Asprova, com els principals sistemes alternatius ofereixen un sistema amb funcionalitats similars però amb variacions en les regles de seqüenciació, diferenciacions en la interface visuals i addons extres, no obstant coincideixen en les següents característiques claus.

Integració amb altres sistemes

Les integracions dels sistemes APS amb un sistema ERP permet a les empreses optimitzar

la informació disponible per tal d'ajudar a la presa de decisions tenint present les limitacions de producció en quant a capacitat finita dels recursos productius.

Es possible obtenir i retornar dades d'altres sistemes mitjançant gestors de bases de dades o intercanvi d'arxius de text per tal de carregar al sistema APS la informació necessària per a la planificació. D'aquesta manera es pot configurar una interface de comunicació per tal de que el sistema APS pugui millorar el procés de planificació de qualsevol ERP.

A més de la fàcil integració amb els principals sistemes ERP del mercat els principals softwares de planificació ofereixen també la capacitat de comunicar-se amb altres sistemes com són els sistemes MES, sistemes de captura de dades, sistemes de previsió de demanda...

Tota la informació referida a variabilitat respecte les comandes, estats dels aprovisionament de material i estat de la fabricació en curs es absorbida pel sistema per tal d'oferir les millors solucions per l'usuari en quant a compliment dels terminis d'entrega i optimització del procés productiu.

Gestió de la cadena de subministrament

Els principals sistemes APS del mercat ofereixen la possibilitat d'enllaçar les ordres de producció amb arribades de material (ja sigui per compres de matèria prima o fabricació de semielaborats) i no seqüenciar-se fins a disposar de tot el material necessari. De la mateixa manera estocs i ordres productives també es poden enllaçar amb demandes per tal de gestionar les dates de les necessitats de fabricació.

Amb aquest control de requeriments i considerant les capacitats finites de producció de màquines i centres de treball, el sistema APS disposa de la informació necessària per ser capaç de proposar plans de producció que redueixen "lead times", redueixen inventaris i augmenten el compliment dels terminis d'entrega.

Millora de la visibilitat

La principal eina dels sistemes APS és el diagrama de Gantt, on es representa la seqüenciació temporal de les ordres a produir per a cada recurs productiu i que ofereix la

possibilitat de visualitzar de manera ràpida totes les ordres que van amb retard per no arribar a complir amb les dates de la demanda. Igualment es pot visualitzar quines arribades de material o produccions de semielaborat provoquen un retard a l'hora de començar un ordre de fabricació.

Els sistemes també permeten visualitzar mitjançant altres tipus de gràfics característiques importants de la seqüenciació com són utilització dels recursos productius, i gràfiques d'evolució dels estocs de matèries primes i productes manufacturats.

Optimització de la seqüenciació

Els sistemes APS existents al mercat permeten diferents regles de seqüenciació en funció de la estratègia de l'empresa, es poden definir diferents regles per seqüenciar les ordres per exemple saturant recursos o per produir-les d'acord amb la filosofia "*just in time*". Els sistemes més avançats entre els que es troben Preactor i Asprova permeten l'opció també de utilitzar regles avançades o inclús permet a l'usuari crear regles personalitzades, destaca per exemple la regla de minimització de temps de canvi que planifica agrupant les ordres de manera que es redueixen els temps improductius de la planificació.

Gràcies a la seva lògica interna el sistema ofereix de manera immediata una seqüenciació de les ordres a capacitat finita, segons les regles establertes. Les seqüenciacions tindran en compte tan les necessitats de material com requeriments en quant a restriccions addicionals com per exemple, habilitats dels operaris necessaris, per tal d'oferir el pla que millor resultat aportí respectant aquestes limitacions.

Capacitat de simulació

Els sistemes APS s'han de considerar com a sistemes de simulació, ja que permeten fer modificacions i testejar diferents possibilitats de seqüenciació oferint els resultats de manera ràpida per tal de que l'usuari disposi de múltiples escenaris amb eines de comparació per tal de que pugui escollir el més adient en funció dels criteris que consideri. D'aquesta manera s'aconsegueix una millora significativa en el procés presa de decisions a la planificació.

9. Preactor com a planificador de la producció

Com ja s'ha exposat a l'apartat anterior Preactor és una firma de software de planificació anglesa fundada l'any 1984 que al 2012 va passar a formar part del grup Siemens. Els sistemes APS de Preactor són utilitzats per més de 4500 empreses, distribuïdes en 88 països, incloent PIMES i grans corporacions.

Preactor-Siemens ha creat col·laboracions amb més de 400 empreses arreu del món per proporcionar experiència local i donar suport de garantia per a la implantació de la solució per a cada empresa. Aquests més de 400 socis certificats representen un recurs clau que, treballant conjuntament amb els usuaris, assegurar el compliment dels requisits de cada empresa.

Existeixen 3 paquets diferents en funció de les funcionalitats que el sistema ofereix al client, que són SIMATIC IT Preactor AS Standard, SIMATIC IT Preactor AS Professional i SIMATIC IT Preactor AS Ultimate. En els punts següents s'intenta aprofundir en les principals característiques del software que condicionen la seqüenciació per tal d'oferir les millors solucions als usuaris. Es centrarà l'anàlisi en el paquet SIMATIC IT Preactor AS Ultimate ja que és el més complet i els altres dos ofereixen solucions similars però amb funcionalitats retallades i per ser el paquet que s'ha decidit implantar a l'empresa Femar.

9.1. Les regles de seqüenciació a Preactor

Qualsevol sistema APS pren com a punt de partida les ordres de fabricació, generades com a resultat de l'execució d'un MRP existent dintre d'un ERP o bé generades mitjançant una creació personalitzada dintre del planificador.

Una vegada carregades totes les ordres dintre del seqüenciador serà necessari programar-les o planificar-les en el temps mitjançant el diagrama de Gantt. Per tal d'oferir una seqüenciació vàlida, serà necessari respectar les limitacions en la disponibilitat de recursos, en la disponibilitat de materials i les provinents de les restriccions extres informades dintre del sistema. Per altre banda, a més de satisfer aquesta limitacions el sistema obehirà la

configuració establerta per l'usuari en quant a regles de seqüenciació i criteris de prioritització de les odres. Aquests criteris poden ser per exemple per data d'entrega, per prioritat de les ordres o productes o per pesos assignats per l'usuari, com es mostra a la següent figura 9.1.

Figura 9.1. Exemple de pantalla d'assignació de pesos de Preactor per a prioritzar l'ordenació de la seqüenciació de les ordres productives.

A continuació s'exposen algunes de les possibles regles existents al sistema en quant a determinació del tipus de seqüenciació que es demana a Preactor. Cal remarcar que el sistema no determina quina serà la configuració de la seqüenciació idònia en cada cas sinó que permet al usuari simular els resultats amb les diferents possibilitats de manera àgil, perquè sigui l'usuari qui decideixi, en base als seus criteris, quin dels plans productius resulta més satisfactori per a l'empresa. Tot i que el sistema permet dissenyar regles més específiques mitjançant programació .NET, en la majoria d'implantacions, com passa en el cas de l'empresa Femar, es procura que els usuaris facin us de les regles estàndard combinant-les per adaptar-se a les necessitats de planificació de l'empresa, ja que les regles personalitzades manquen de la flexibilitat que la combinació de regles estàndards aporten.

9.1.1. Programació algorítmica cap endavant

En aquesta regla de programació, el planificador busca la maximització de la utilització dels recursos productius, intentant planificar les ordres de fabricació tan aviat com sigui possible, depenent de les rutes (recursos on es poden fabricar les ordres) disponibles. Les ordres es van col·locant des del moment de la programació cap al futur, és a dir, endavant, fase a fase en funció de la prioritat de l'ordre.

El principal avantatge d'aquest mètode de programació, és el fet d'intentar comprimir el màxim possible la seqüenciació, fent que no existeixin forats al pla de producció, ja que totes les ordres s'han col·locat el més aviat possible.

Cal tenir present que aquesta regla i les que s'exposaran a continuació realitzen una selecció de recursos en base a la millor data de realització. És a dir, que per una programació on l'ordre es pot realitzar en tres possibles recursos, que compten amb un espai lliure determinat, el sistema sempre proposarà la fabricació de l'ordre al recurs on abans acabi.

9.1.2. Programació algorítmica cap endarrere

Contràriament a la programació anterior, en aquest cas no es tracta de maximitzar l'aprofitament dels recursos productius, sinó de programar les ordres des de la data de necessitat de l'ordre, cap endarrere, fase a fase. És a dir, a partir del moment final, es retrocedeix cap al passat per trobar la data de començament més llunyana en el temps que permetria acabar l'ordre en la data proposada.

L'avantatge d'aquesta regla radica en la reducció d'estocs, ja que no s'estaran generant codis de semielaborat o producte acabat, fins al moment en que realment es necessiten. No obstant fer servir aquest tipus de seqüenciació implica que poden existir "forats" en la programació ja que no s'utilitza tota la disponibilitat de les màquines.

9.1.3. Programació algorítmica bi-direccional

Aquest tipus de seqüenciació consisteix en una combinació de les regles esmentades anteriorment. En aquest cas, la programació és realitza en primer lloc cap endavant, fase a fase. Una vegada finalitzada la programació cap endavant, el sistema torna a revisar si hi ha qualsevol buit o la bretxa entre les diferents fases, que es pugi estrènyer mitjançant una programació cap endarrere. És a dir, es realitza una compressió de l'ordre completa per tal que el temps de durada total sigui el mínim possible.

9.1.4. Programació endavant i endarrere basada en esdeveniments

Aquestes són regles similars a les descrites anteriorment però en aquest cas, en canvi de tractar-se de programació algorítmica, on les ordres es seqüencien fase a fase independentment del temps, es programen precisament tenint en compte el temps real, és a dir, en canvi de programar ordre a ordre, per tal de fer la seqüenciació, el sistema es situa a l'eix temporal i es mou d'un instant de temps al següent instant de temps (considerant un instant aquells moments en el que succeeix un esdeveniment en la seqüenciació, com per exemple que una ordre finalitza o que un recurs passa a estar disponible per calendari). En cada un d'aquests instants de temps el sistema prova totes les fases que poden ser programades, independentment de si la darrera fase col·locada es correspon amb la mateixa ordre, i es col·loca aquella que tingui el pes major d'entre totes les possibilitats. Mitjançant aquest tipus de seqüenciació en comparació amb l'algorítmica s'acostuma a aconseguir que la programació es comprimeixi.

9.1.5. Programació per seqüència preferida basada en esdeveniments

En aquest cas es realitza la programació tenint en compte una seqüència predeterminada per part del planificador, que vol ordenar les ordres de fabricació segons algun factor que és limitant o susceptible de ser ordenat per optimitzar la producció.

Un exemple d'utilització d'aquesta configuració seria el d'una planta d'embotellament. Per

exemple, es pot considerar que per a la fase d'envasament, l'equip de planificació té interès en ordenar la producció en funció de la mida de l'ampolla en primer lloc i posteriorment en funció del tipus de fluid que ha de contenir. D'aquesta manera, augmenta la eficiència de la planta, encara que a canvi es podria sacrificar el factor de servei als clients.

Per tal de evitar perjudicar el factor de servei en excés, la seqüència preferida s'executa només per a curts períodes de temps, en el que es pretén optimitzar la seqüència, i a partir d'aquest horitzó o bé es torna a realitzar una nova seqüència preferida amb un nou horitzó temporal d'ordres o s'executa una programació estàndard basada en data d'entregues.

Els criteris de seqüenciació per a la seqüència preferida es defineixen per recurs productiu, per tant, dins el manteniment dels recursos de Preactor, cal especificar per a cadascuna de les línies, les característiques a analitzar a l'hora de col·locar les ordres en el recurs mitjançant una seqüència preferida. Per altre banda, la taula de manteniment de les característiques constarà de tots els possibles valors que pot prendre una característica així com els rangs de cadascun d'aquests valors, d'aquesta manera les ordres de fabricació es col·loquen dintre del recurs en funció de la jerarquització de les característiques de la seqüència preferida assignada al recurs i del rang assignat a cadascun dels valors d'aquestes característiques.

La configuració de la seqüència preferida per a cada recurs per tant, és susceptible de ser modificada en qualsevol moment, canviant les característiques a considerar, la seva jerarquia i el seu tipus d'ordenació (ascendent / descendent). Això dona a l'usuari una eina capaç de simular el resultat de les possibles configuracions per tal de decidir quin serà el més adient en cada moment.

9.1.6. Programació per esdeveniments minimitzant temps de canvi

Un altre tipus de regla que el sistema ofereix és la minimització de les neteges o de temps de canvi. En el període a planificar, que pot ser més o menys ampli, les ordres es seqüencien de manera que s'intenta reduir el temps de canvi produïts pel canvi de característiques dels productes fabricats. L'objectiu final és el d'intentar agrupar el màxim de productes similars perquè els canvis siguin mínims, dins d'un període en el que es penalitza el servei per tal d'augmentar la productivitat.

9.1.7. Programació manual

L'usuari té l'opció en tot moment de seleccionar sobre qualsevol ordre i arrossegar-la al recurs i l'instant de temps en que desitgi que es produeixi. Al arrossegar l'ordre, el sistema adaptarà la llargada d'aquesta en funció del rati de producció de l'ordre i endarrerirà, si les hagués, les ordres que estiguessin col·locades en aquell moment en el recurs seleccionat. Com ja s'ha comentat Preactor és una eina i per tant aquesta possibilitat de deixar a l'usuari l'opció de moure les ordres lliurement és un reflexa d'aquesta realitat on el sistema ha de donar les possibles solucions que consideri més adequades en funció de les característiques introduïdes però on l'usuari té la darrera paraula respecte quin és el pla de producció més adient.

9.2. Factors condicionants de la planificació

9.2.1. Disponibilitat de recursos productius

Les ordres necessiten de recursos per poder-se seqüenciar. Al sistema se l'ha d'informar de quins són els recursos pels que es pot produir cadascun dels productes i els ratís de fabricació corresponents, amb aquesta informació referent a les rutes de fabricació el sistema és capaç de determinar quant de temps ha de portar la producció de cadascuna de les ordres existents en funció de la seva quantitat i el recurs seleccionat.

Cal, per altre banda, informar al sistema de la disponibilitat dels recursos productius, és a dir del seu calendari. El sistema està preparat per treballar amb plantilles, com la que es mostra a la següent figura (Figura 9.2.) que serviran per generar els calendaris, que posteriorment s'assignaran als recursos. D'aquesta manera es poden gestionar calendaris perquè només es seqüenciïn ordres en els períodes on la màquina està activa, tancant calendaris per exemple els caps de setmana o reservant hores per manteniments preventius dels recursos.

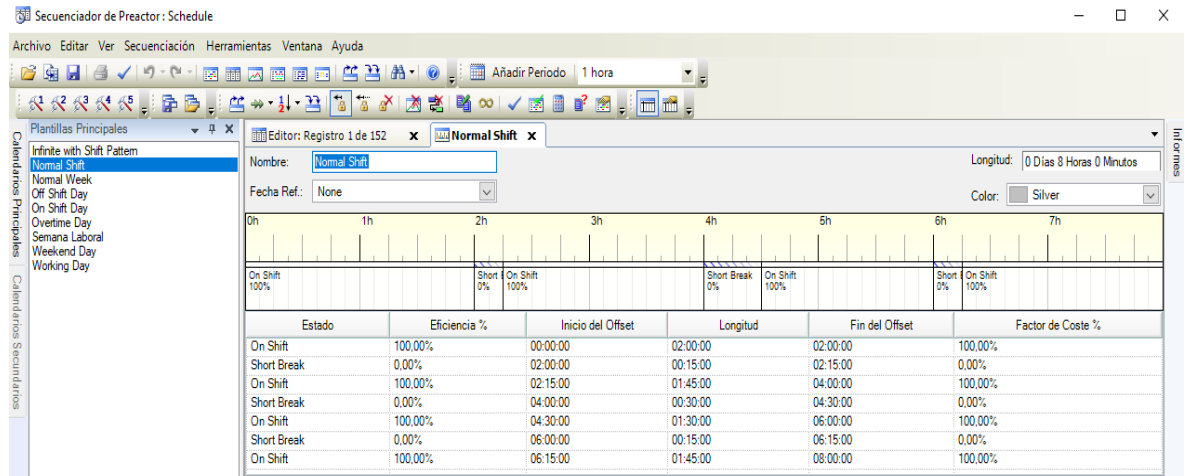


Figura 9.2. Exemple creació de una plantilla de calendari de recurs productiu a Preactor.

Mitjançant la informació referent a les rutes i els calendaris dels recursos correctament informats el sistema ja disposa de la informació bàsica per poder seqüenciar ordres. El mètode de treball consistirà en col·locar les ordres allà on la seqüenciació sigui més favorable en relació als criteris de seqüenciació establerts, tenint en compte que la ruta és vàlida, i el calendari està obert.

Mitjançant els calendaris és possible crear també excepcions sobre les plantilles assignades, d'aquesta manera es poden gestionar tant averies de màquina, com diferents situacions que impliquin un canvi d'eficiència. Aquestes excepcions es poden incloure en qualsevol moment, per exemple una vegada s'ha produït una parada de màquina per averia i es té l'estimació del que es trigarà en solucionar el problema. Al incloure aquesta parada en la seqüenciació el sistema adaptarà aquesta seqüenciació al nou calendari i l'usuari veurà les conseqüències de l'averia sobre el pla, podent modificar-lo si ho considera pertinent.

La següent imatge (Figura 9.3.) mostra un calendari d'un recurs definit mitjançant una plantilla, al que s'ha afegit també una excepció de calendari.

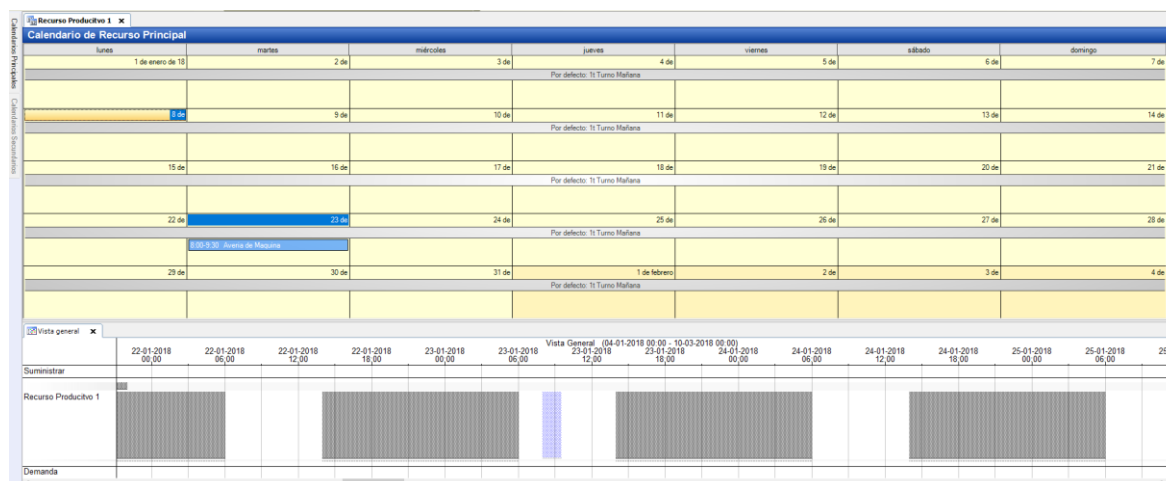


Figura 9.3. Exemple assignació d'excepcions de calendari a un recurs productiu a Preactor

9.2.2. Gestió de materials

Com ja s'ha exposat prèviament, Preactor, així com els sistemes APS més importants del mercat, té la capacitat de gestionar els requeriments de materials del pla de producció. Això implica que les ordres de fabricació es poden enllaçar a les demandes per tal de saber si estan arribant a temps o no, però també es poden enllaçar ordres de fabricació amb estocs i arribades de materials, per tal de condicionar el començament d'una operació a la disponibilitat de la matèria prima. Aquest condicionament a matèria prima és possible perquè cada producte té especificat el seu desglossament de materials (BOM) en funció de la seva fitxa tècnica, referenciat a la seva unitat de consum (quantitat de material necessari per una unitat de fabricació).

Les demandes, les ordres i els materials disponibles (actualment o en el futur) queden enllaçats segons les regles preestablertes. En la majoria de casos, com és el cas del projecte en qüestió, s'utilitza una regla FIFO o "*First in First Out*", tot i que pot configurar-se enllaços personalitzats. Per tant, abans de començar la planificació ja es sabrà quines ordres tindran totes les seves necessitats de materials completes i, per tant, podrà fabricar-se, i quines ordres no tindran material i per tant no podran fabricar-se.

Cal diferenciar les dues possibles maneres d'utilitzar aquesta gestió dels materials del sistema, que consisteixen en planificar no ignorant les faltes de material i planificar ignorant les faltes de material.

En el primer cas es planificarà les ordres de treball que disposin de material suficient, podent ser aquest material estoc que es troba en planta actualment o una arribada futura de material. Per aquelles ordres que no disposin del material suficient per poder-se fabricar, quedaran com no programades. Per tant, en aquesta configuració l'usuari s'haurà d'ocupar d'esbrinar els materials no disponibles, per tal d'aprovisionar-los per tal de que a la següent càrrega de dades ja apareguin al sistema i les ordres es puguin seqüenciar.

El segon cas, planificació sense considerar les faltes de material, és un mètode més efectiu a nivell de planificació, però també més arriscat i requereix d'un control més acurat. El sistema planificarà totes les ordres de fabricació, independentment que tinguin o no material per poder-se fabricar. Tot i que si no es disposa del material requerit apareixerà una alerta informant de que no serà possible fabricar l'ordre si no arriba el material necessari.

La planificació sense considerar les faltes de material, permet al planificador tenir una visió més precisa de la realitat de planta, i també li permet, i això és molt més important, saber quin és el material que necessitarà, i en quin moment exacte farà falta tenir-lo a planta. Aquesta informació és molt important per poder sincronitzar amb compres i establir la relació entre la fabricació i la necessitat d'aprovisionaments de materials. L'objectiu del sistema no és fer la compra dels materials, ja que Preactor no té en compte; proveïdors predefinits, *lead times* per les entregues, comandes mínimes.... Però sí s'encarregarà d'informar amb concreció per tenir tota la informació necessària, de la necessitat de material en temps real per complir un pla de producció factible.

La peculiaritat de treballar amb diversos escenaris de planificació com és el cas de l'empresa Femar, implica que els materials s'han de repartir entre ells. En la majoria de casos no hi ha problema perquè cada secció productiva fabrica uns productes exclusius que necessiten de matèries primes diferents, però poden existir unes determinades matèries primes que són compartides entre escenaris.

Per el cas de materials compartits, cas que a l'empresa Femar es dona en al voltant de 10 productes, com que al ERP no es separa per a quin escenari pertoca cada unitat de matèria prima, es fa servir un manteniment addicional per escenari, amb l'estructura Producte / Percentatge de material i al moment de la importació de dades d'estocs i compres, d'un producte mantingut amb un percentatge assignat, dintre de l'escenari únicament s'incorporarà la quantitat corresponent a aquest percentatge, on aquest valor es

calcula en base a l'històric consumit per cadascun dels escenaris. D'aquesta manera s'assegura que no hi haurà trencament d'estoc de la matèria prima, fet que sí podria passar si tots dos escenaris tinguessin a la seva disposició el total del material i no es comunicuessin entre ells.

9.2.3. Temps de canvi i neteges

Els temps de canvi són una de les casuístiques més importants a controlar, on un procés d'optimització de la planificació mitjançant agrupacions d'ordres o definició d'un ordre de seqüència preferida pot generar molts beneficis a nivells d'eficiència de producció.

La casuística del temps de canvi parteix de la base de que el temps necessari per produir primer el producte A i després el producte B, és diferents que si es fa a la inversa. A més de permetre definir temps de canvis fixes per producte o ruta, el sistema permet definir matrius associades a cada característica (per exemple, si es parla de la característica mida, es pot definir una matriu on s'informa del temps necessari per passar de la mida X a la mida Y de la mida X a la mida Z i així successivament). En temps de programació, el sistema APS calcularà, mentre programa cada ordre, el temps de canvi que implica el passar de l'ordre anterior a l'actual en funció de les característiques d'aquestes ordres i de les matrius de canvi referides a aquestes característiques.

9.2.4. Restriccions secundaries

Les restriccions secundaries (o subrecursos secundaris) a Preactor són aquelles limitacions que es volen incloure a nivell de planificació, alguns exemples poden ser; personal, motlles, utilitatges...

En el moment de fer la programació, es pot seleccionar si aquestes restriccions es volen tenir actives i per tant que siguin condicionants de la seqüenciació o si es volen deixar inactives per veure quina serà la quantitat requerida de cada restricció per tal de fer possible el pla òptim.

Aquesta forma d'ignorar les restriccions secundaries pot fer-se a nivell general obviant el

comportament a la totalitat de l'escenari, o bé a nivell específic, fent que únicament alguna de les restriccions (les que siguin marcades), es comportin de forma no restrictiva.

El tractament del consum de subrecursos es defineix a nivell de recursos o ruta de producte, especificant quins subrecursos són necessaris, la quantitat del mateix, i el tipus de consum que s'ha de realitzar.

Mitjançant els calendaris s'informa de la disponibilitat de les restriccions secundaris en el temps i en el moment de fer la seqüenciació, el nivell de consum de les restriccions secundaries anirà augmentat o disminuint en funció de com es col·loquen les ordres en el diagrama de Gantt i en cas de que les restriccions estiguin activades mai es col·locaran ordres de fabricació de manera que es superin els nivells màxims definits per calendari.

9.3. Requeriments tècnics de Preactor

Preactor, com a qualsevol sistema informàtic, requereix d'una estructura de hardware sobre la que instal·lar-se. A continuació es mostren els requeriments a nivell de sistemes que una empresa com Femar haurà de disposar per tal de que la instal·lació de Preactor sigui funcional.

- Processador quadcore 2ghz o superior
- HDD de 100GB (SSD a ser possible)
- 8GB de RAM
- Sistema operatiu Windows Server 2012 o superiores
- .NET Framework 4.6.2

10. Enfocament i pla de projecte

10.1. Anàlisi d'usuaris i expectatives

En els punts anteriors s'han introduït els dos sistemes a implantar i les seves característiques principals, tant a nivell general dels ERP i els APS, com a nivell particular per a SAP i Preactor. Respecte a la decisió d'implantar els dos sistemes envers dels seus competidors, com ja s'ha comentat prèviament no és objectiu d'aquest projecte ja que aquesta decisió la van prendre els propietaris de l'empresa Femar abans de que l'autor d'aquest treball formés part del projecte d'implantació dels nous sistemes. Els punts que es tractaran a continuació centren el seu objectiu en analitzar el procés d'implantació dels sistemes prèviament descrits, tasca de les empreses consultores encarregades de la implantació, on l'autor d'aquest TFM sí ha participat activament. Aquest anàlisi es centrarà en com s'ha de gestionar aquest procés d'implantació per tal d'aprofitar al màxim les funcionalitats dels sistemes i aportant el màxim benefici a l'empresa Femar.

En els primers moments del procés d'implantació de qualsevol sistema s'ha de realitzar un procés d'identificació d'usuaris, per tal de conèixer que és el que esperen del sistema. Per tal d'organitzar el treball i repartir responsabilitats, es forma un equip de projecte, amb els principals responsables encarregats d'assegurar l'èxit del projecte. L'equip de projecte consta dels consultors que participen a la integració així com responsables de les diferents àrees de l'empresa Femar que s'encarreguen d'exposar les necessitats a l'equip de consultors, aportar tot el que els consultors necessiten per part de l'empresa i revisar si les funcionalitats que es van afegint al sistema durant les fases de proves compleixen amb el les necessitats plantejades.

El personal de Femar que forma part de l'equip de projecte s'ha d'encarregar, en un primer moment, de presentar l'empresa a l'equip de consultors, incloent la presentació del procés de fabricació i del personal implicat, d'aquesta manera s'aconsegueix que els consultors també tinguin una visió completa de tot el procés productiu i els agents implicats.

Un sistema de la importància de un ERP, afecta a gairebé la totalitat del personal de fàbrica, però com en tot aquest projecte, es centrarà l'anàlisi a la part de planificació i control de la producció. En aquest apartat els principals agents implicats són l'equip de

planificadors, el personal de sistemes, els responsables de planta i els responsables de supply chain. Un cop coneixen les funcionalitats dels sistemes, aquests agents exposen que és el que l'empresa espera respecte als nous sistemes en quant a les necessitats que tenen de planificació i programació i a partir d'aquí s'obtenen els requeriments dels sistemes a implantar.

En primer lloc cal destacar que l'agilitat i rapidesa en els temps de implantació són claus per la consecució dels objectius del projecte degut a la situació de canvi que viu l'empresa. Des del punt de vista de l'estructura de l'empresa Femar s'espera també consolidar, modernitzar, flexibilitzar i integrar la nova plataforma tecnològica amb els processos i operacions crítiques de la companyia. Això aportarà una major fluïdesa i consistència a la informació, permetent a un millor accés a la mateixa.

Els principals requeriments que s'esperen dels nous sistemes per part dels usuaris dins de l'empresa Femar queden reflectits en la següent taula (Taula 10.1.).

Grup d'usuari	Requeriment demanats al sistema
Equip de planificació	<ul style="list-style-type: none"> • Que ofereixi les eines necessàries per tal de fiabilitzar els terminis d'entrega. • Que permeti optimitzar la productivitat. • Que es puguin considerar les diferents restriccions del procés productiu que no apareixen en el ERP. • Que es puguin simular diferents planificacions amb ratis de producció reals i línies productives amb capacitat finita. • Que permeti millorar la comunicació amb el personal de planta i el personal de supply chain. • Que es puguin extreure informes de planificació i execució de la producció per poder aprendre dels errors i millorar. • Que disposi d'informació fiable amb la qual poder realitzar una presa de decisions àgil i efectiva . • Que afavoreixi la disminució del temps destinat a la planificació .

	<ul style="list-style-type: none"> • Que es puguin considerar els factors aleatoris com averies, urgències o retards en arribades per actualitzar la planificació en conseqüència.
Equip de Supply Chain	<ul style="list-style-type: none"> • Que es puguin controlar els retards en comandes de manera efectiva. • Que es pugui augmentar la qualitat del servei al client. • Que es pugui tenir una visió global de la cadena d'aprovisionament des dels estocs i compres fins a comandes de clients passant per les ordres de fabricació per adaptar la gestió logística al pla productiu de l'empresa. • Que les noves eines siguin capaces d'oferir solucions ràpides en cas de que existeixin complicacions en el sistema logístic. • Que es disposi d'un pla de necessitats fiable perquè la resposta logística pugui ser consistent. • Que el sistema permeti agilitzar la difusió de la informació amb; producció, planificació, clientes, proveïdors.
Responsables de planta	<ul style="list-style-type: none"> • Que les noves eines permetin optimitzar el procés productiu. • Que es puguin considerar restriccions inherents al procés productiu dintre del pla de producció. • Que es disposi d'informació fiable amb la qual poder realitzar una presa de decisions efectiva i àgil. • Que es millori la comunicació amb l'equip de planificació per agilitzar el procés de presa de decisions en casos conflictius. • Que es puguin considerar factors aleatoris com averies o urgències per actualitzar el pla productiu en conseqüència. • Que els nous sistemes permetin disminuir els temps improductius (preparació, neteja...) • Que mitjançant l'ús dels sistemes s'augmenti els índex d'ocupació dels equips.
Departament	<ul style="list-style-type: none"> • Que la configuració dels sistemes permeti reduir les duplicacions

de sistemes	<p>de dades i eines paral·leles (Filosofia de la dada única).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que el procés d'extracció i gestió de dades emmagatzemades a les diferents aplicacions sigui rigorós i existeixi la traçabilitat necessària per detectar les causes de possibles errors. • Que els sistemes instal·lats siguin escalables, permetent; el creixement de la mida de les base de dades, el números d'usuaris i el total de funcionalitats. • Que els nous sistemes s'integrin de manera adequada amb altres entorns i aplicacions que ja es disposen en l'empresa.
Gerència de l'empresa	<ul style="list-style-type: none"> • Que les noves eines permetin millorar la imatge davant dels clients. • Que els nous procediments permetin optimitzar la productivitat de la planta. • Que la funció de planificació i control resulta més "accessible". • Que la utilització dels nous sistemes permeti reduir el temps de cicle. • Que les tecnologies i els nous processos siguin clars i intuïtius per obtenir una major mobilitat en els llocs de treball.

Taula 10.1. detecció del requeriments esperats per cadascun dels grups d'usuaris del sistema Preactor.

10.2. Pla d'implantació dels sistemes

A continuació es mostren quines són les diferents fases de les que consta un projecte d'implantació d'aquest tipus així com la planificació d'aquestes fases en el temps.

Anàlisi de requeriments

La fase d'anàlisi de requeriments consisteix en definir les necessitats dels usuaris principals i tancar els documents funcionals. Normalment compte amb alt recolzament de tots els usuaris i s'evidencia la constant necessitat de formació continua, dels usuaris principals i

dels secundaris per tal de que coneguin que cal esperar dels nous sistemes i així es puguin definir correctament els requeriments d'aquests.

Fase de desenvolupament

La fase desenvolupament consisteix en traduir els requeriments a funcionalitats del sistema. Els usuaris principals poden trobar a faltar dades, mestres incomplets, noves necessitats.

Es requereix d'un circuit de col·laboració amb actualitzacions, validacions i formació continua per tal de poder avançar en la consecució dels objectius del projecte.

Fase de proves

Durant la fase de proves s'analitza el funcionament del sistema per veure que funciona correctament i es satisfan les necessitats de l'empresa.

En aquesta fase es treballarà en paral·lel amb el sistema antic i es determina si el nou serà capaç d'assumir tot els requeriments que s'esperen d'ell.

Cal tenir present que quan es comença a utilitzar un sistema nou, hi haurà conclusions que, poden generar tensions de compressió entre les diferents àrees de l'empresa. En un principi sempre existirà certa desconfiança davant el funcionament dels nous sistemes, atribuint els funcionaments incompresos, a errades humanes, errors del programa, malfuncionament dels desenvolupament, etc. Fins que poc a poc es demostra la validesa del funcionament dels nous sistemes en base a les dades gestionades.

En aquest moment de treball amb dades reals és quan apareixen aquest tipus de conflictes deguts a la mala qualitat de la dada, problema que fins a aquest moment l'empresa no és conscient de tenir. Per tant aquesta fase de proves ha de servir no només per detectar possibles mals funcionaments del sistema sinó perquè els usuaris i els processos puguin adaptar-se als nous sistemes.

Posada en funcionament

Durant la fase de posada en funcionament els usuaris normalment evolucionen en l'ús dels sistemes i adquireixen la seva pròpia metodologia de treball amb les noves eines. Per aquest motiu es fa palesa la necessitat d'auditar als usuaris principals i secundaris.

En aquesta fase és de vital importància el suport dels consultors en els moments inicials per tal de garantir la formació dels usuaris en la resolució de problemes que puguin sorgir així com una actitud de compartició del coneixement per part de tots els usuaris per tal de que tothom pugui evolucionar en les habilitats d'us de les noves eines.

La següent gràfica (Figura 10.1.) mostra un la planificació de com estan plantejades les diferents fases del projecte en un calendari temporal expressat en setmanes de treball.

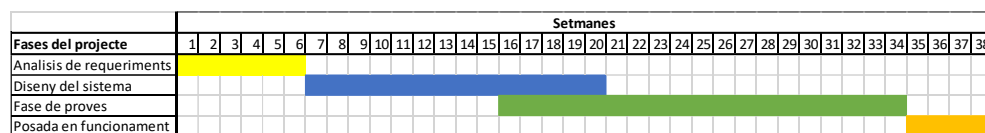


Figura 10.1. Calendari expressat en setmanes per a les diferents fases del projecte d'implantació dels sistemes APS i ERP a l'empresa Femar.

11. Definició dels requeriments dels sistemes a implementar

11.1. Anàlisi del flux de treball amb els sistemes

En aquest capítol s'analitza com funciona el flux productiu a l'empresa Femar des de que arriben les comandes fins que es tanquen les ordres de producció.

Una peculiaritat de l'empresa és que no permet produir ordres que no tinguin ordres de compra associades. Per permetre aquest funcionament el que es fa és, una vegada rebuda la demanda mitjançant EDIs (electronic Data interchange), es corre el MRP per tal de generar les noves ordres provisionals i es reajusta la seqüenciació (amb les noves ordres provisionals i les ordres antigues on hi haurà tant ordres provisionals com de procés). Les properes 48 hores respecte al moment actual es corresponen amb ordres de procés, i entre 48 i 72 hores es correspondrà amb les ordres provisionals de la zona ferma, aquestes seran les ordres que durant el dia en curs s'hauran de convertir en ordres de procés. Per fer-ho s'envia al client la llista del total d'aquestes ordres de la zona "ferma" i si el client valida el pla, generarà les ordres de compra per a aquestes ordres de fabricació i mitjançant EDIs, arribaran a Femar com a ordres de venda i per tant es podran convertir en ordres de procés el que eren ordres provisionals en zona ferma.

Al produir les ordres de procés s'informarà mitjançant EDIs al client de l'alta de l'estoc de producte acabat i també s'informarà de les ordres de fabricació tancades per tal de que el client tanqui les corresponents ordres de compra. El següent diagrama (Figura 11.1.) mostra de manera gràfica el flux del procés que s'acaba de descriure.

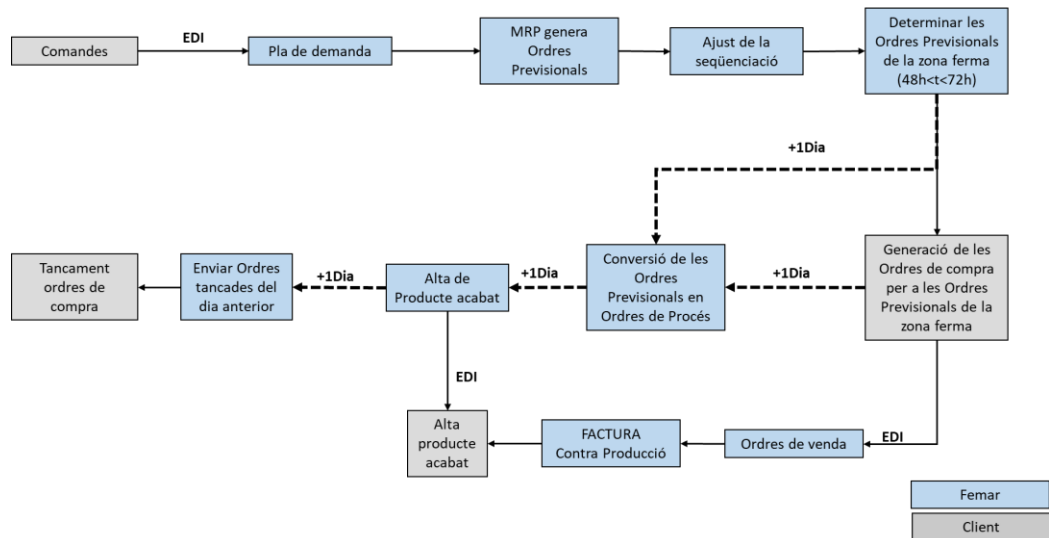


Figura 11.1. Flux de treball per a la planificació i execució de les ordres de fabricació a l'empresa Femar després de la implantació dels nous sistemes ERP i APS.

Com es pot observar aquest model de treball és un sistema interorganitzatiu on Femar està compartint informació amb els clients que compren les produccions per tal d'optimitzar la cadena de subministrament.

Cal tenir present per altre banda que la manera de treballar amb la gran multinacional consisteix en que la pròpia empresa multinacional s'encarrega de comprar determinades matèries primes i per tant actua com a client i com a proveïdor a l'hora. Una comunicació en temps real com la que s'ha plantejat permet que la informació estigui disponible per a les dues parts al moment per tal de poder ser més reactius i augmentar els beneficis comuns treballant col·laborativament.

En quant al paper dels sistemes dintre d'aquest flux, SAP s'encarrega de tota la gestió de rebre les demandes i córrer el MRP per generar les ordres, relacionar-les amb les ordres de venda, determinar les necessitats de matèria prima, rebre informació del estat de les ordres en cada moment i posteriorment tancar les ordres, Preactor per la seva banda, s'encarrega de seqüenciar les ordres de la manera més beneficiosa segons els criteris escollits, actualitzar el pla en funció de la informació de la planta en el moment de replanificar i de discriminar quines ordres han de convertir-se en ordres de procés.

11.2. Definició dels escenaris de treball

Com es va analitzar a la presentació de l'empresa, existeixen 3 zones ben diferenciades de fabricació a la planta, la zona de fabricació d'ambientadors, la zona de fabricació de detergent líquid i la zona de fabricació de detergent en pols. No obstant, a la realitat cadascuna d'aquestes zones també pot ser dividida per tal de millorar el control sobre el procés productiu.

La següent gràfica (Figura 11.2.) mostra els 6 escenaris de treball que existeixen a la realitat de la fàbrica, cadascun amb el seus recursos productius i el seu responsable de planificació i control, tots controlats per un escenari general.

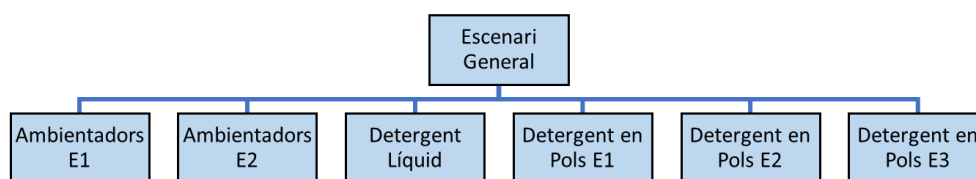


Figura 11.2. Presentació dels escenaris de treball per als nous sistemes que representen les diferents seccions de l'empresa Femar.

La realitat de la fàbrica és el conjunt de tots els escenaris treballant al mateix temps, per obtenir aquesta visió global s'ha definit en aquest projecte, l'escenari de treball general, que conté la informació de tota la resta d'escenaris, per tal de tenir la visió transversal de tots els processos productius de l'empresa.

En quant a la resta d'escenaris, tot i existir una certa interacció entre ells, els recursos que controla cadascun són exclusius de l'escenari, i per tant cadascun ha de gestionar les seves pròpies ordres de fabricació. Els sis escenaris específics es reparteixen els recursos productius de la següent manera:

Escenari d'ambientadors 1

Conté les línies productives dels ambientadors destinats a la llar, tant els simples com els combinats.

Escenari d'ambientadors 2

Conté les línies productives dels ambientadors per a vehicles i els d'inodor.

Escenari de detergent líquid

Conté totes les línies productives dedicades a obtenir i embotellar detergent líquid.

Escenari de detergent en pols 1

Conté les línies productives dedicades a fabricar el detergent en pols.

Escenari de detergent en pols 2

Conté les línies productives dedicades a empaquetar el detergent en pols en caixes.

Escenari de detergent en pols 3

Conté les línies productives dedicades a empaquetar el detergent en pols sacs.

11.3. Integració entre els diferents sistemes d'informació implicats

Per a gestionar la planificació i el control de la producció en aquesta empresa es farà us de

3 eines diferents. En primer lloc es troba el ERP a implantar que com ja s'ha vist, integra moltes de les operacions de producció i distribució de l'empresa entre d'altres funcionalitats. En segon lloc, es troba el sistema APS, Preactor, que complementa al ERP oferint propostes de seqüenciació vàlides i que optimitzen la producció ja que contràriament al MRP de SAP, Preactor planifica les ordres en escenaris de capacitat finita i amb restriccions que simulen les limitacions reals de la planta productiva.

Per últim s'ha de considerar com es comunica el ERP de l'empresa Femar amb els recursos productius, aquest treball recau sobre un sistema intermediari anomenat MES (manufacturing execution system) que s'encarrega de monitoritzar i dirigir els processos productius de la planta i per tant, s'encarrega d'informar al sistema central, SAP, dels estats de les ordres de fabricació.

La següent imatge (Figura 11.3.) mostra com es relacionen els 3 sistemes d'informació citats a l'empresa Femar. Cal destacar que no existeix comunicació directe entre el sistema APS i els sistema MES ja que tot i que els sistemes estan dissenyats per permetre aquest intercanvi d'informació a Femar s'ha decidit centralitzar tota la informació al ERP (SAP).

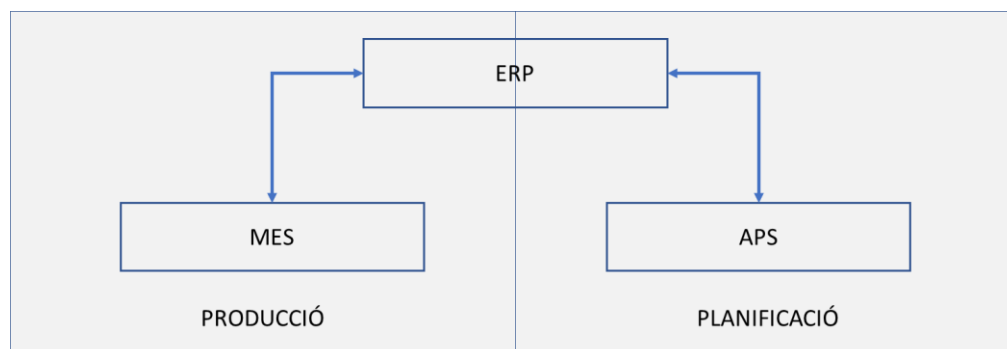


Figura 11.3. Esquema de comunicació entre els sistemes ERP, APS i MES a l'empresa Femar.

11.3.1. Integració SAP – Preactor

En aquest apartat s'analitza com es realitza l'intercanvi d'informació entre Preactor i SAP. Primer cal que tota la informació referent a les ordres de fabricació i gestió de materials i comandes arribi des de SAP a Preactor. Per fer possible aquest traspàs d'informació SAP recorre a un tipus d'arxius anomenats IDOCS.

Els IDOCS poden considerar-se com a contenidors d'informació estructurada que es generen en SAP per tal de fer possible l'intercanvi d'informació entre empreses o entre processos d'una mateixa empresa.

Tota la informació que s'envia de SAP a Preactor s'envia per tant mitjançant IDOCS, en aquest cas són necessaris 8 tipus d'IDOCS, cadascun d'ells amb informació allotjada en diferents taules de SAP.

Com es pot veure a la figura 11.4. un IDOC no és més que un arxiu de text, per tal d'extreure la informació d'ell, cal doncs, conèixer com s'estructura aquesta informació. És imprescindible saber a quin segment i a quina localització del segment cal anar a buscar cadascun dels camps que interessa consultar. La figura 11.5. mostra com s'estructura la informació a l'IDOC LOIPLO, el de les ordres previsionals..



Figura 11.4. Estructuració de la informació per segments per l'IDOC LOIPLO, corresponent a ordres previsionals de SAP.

Figura 11.5. Exemple de presentació de les dades contingudes en un IDOCS LOIPL0.

LOIROU

IDOC que conté la informació relativa les possibles rutes de fabricació de tots els productes existent a SAP.

LOIMSO

IDOC que conté la informació relativa als estocs de matèria prima, semielaborats i producte final existents a SAP.

LOISTD

IDOC que conté la informació relativa a les comandes i a les futures arribades de materials existents a SAP.

LOIPLO

IDOC que conté la informació relativa a les ordres provisionals existents a SAP.

LOIPRO

IDOC que conté la informació relativa a les ordres de procés existents en SAP.

Per tal de carregar aquesta informació enviada mitjançant IDOCS a Preactor cal recórrer a una interface que s'encarrega de llegir els camps necessaris de cadascun d'aquests arxius IDOCS i guardar la informació en una sèrie de taules, en una base de dades intermitja, en formats que sí són fàcilment importables a Preactor. Una vegada llegits, els IDOCS es mouen a un altre directori per tal d'emmagatzemar-los i així augmentar la traçabilitat de la informació compartida entre els sistemes.

La base de dades intermitja emmagatzema tota la informació dels IDOCS que els sistema APS necessitarà per treballar, aquesta informació serà la relativa a les ordres provisionals de l'horitzó de temps que es desitja considerar, les ordres de producció encara no fabricades, el total de recursos productius on les ordres es poden programar, el mestre de

materials, les llistes de materials i possibles rutes de fabricació de cada producte, els estocs i arribades de materials i les comandes.

La generació d'aquests IDOCS és necessària cada vegada que es desitja replanificar a Preactor, per tant per a aquest projecte es va decidir generar un procés de generació automàtic dels 8 IDOCS cada dia a les 7 del matí perquè els planificadors puguin importar la informació actualitzada tot just comenci la seva jornada laboral i també es va habilitar un procés en SAP per generar aquests IDOCS a petició en qualsevol altre moment del dia.

En quant a la informació de tornada de Preactor a SAP referent a les modificacions de les ordres es realitza mitjançant BAPIs. Les BAPIs (Business Application Programming Interfaces) són la interface Standard de SAP que es fan servir per integrar els diferents components de SAP entre ells i amb components externs. Aquestes BAPISs cal entendre-les com a funcions RFC (Remote Function Call) que poden tractar diferents seccions del negoci sense recórrer a finestres de diàleg durant el seu processament.

En el cas de la comunicació des de Preactor a SAP per al projecte a l'empresa Femar s'utilitzen una sèrie de BAPIs encarregades d'actualitzar ordres provisionals, d'actualitzar ordres de producció i de crear ordres de producció. En primer lloc s'exporten arxius de text referents a les ordres des de Preactor i posteriorment es recorre a la BAPI necessària per actualitzar la informació de les ordres en SAP. Aquestes BAPIs permeten carregar la següent tipus d'informació des de Preactor a SAP.

- Modificació de dates d'inici i final de les ordres provisionals i de producció.
- Modificació de les quantitats a produir per a ordres provisionals i de producció.
- Modificació del recurs on es fabrica una ordre provisional.
- Modificació de la llista de materials d'una ordre provisional
- Conversió d'ordres provisionals en ordres de producció

En la següent imatge (Figura 11.6.) s'escenifica el procés d'intercanvi d'informació entre els dos sistemes, SAP i Preactor.

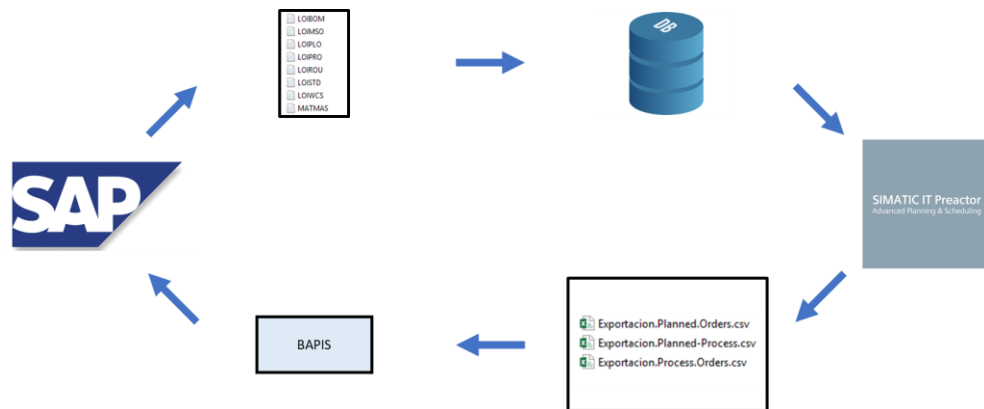


Figura 11.6. Esquema de comunicació entre SAP i Preactor mitjançant IDOCs i BAPIs

11.3.2. Integració SAP - sistema MES

Com ja s'ha exposat prèviament, el sistema MES és la plataforma informàtica encarregada de relacionar el ERP amb els recursos productius de la planta.

La següent figura (Figura 11.7) mostra com es recull i gestiona la informació en una planta productiva automatitzada. En primer lloc es troben els sistemes PLCs (Programmable Logic Controller o autòmats) que s'encarreguen de controlar les variables inherents a la producció, aquesta informació es recollida per un sistema anomenat SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) i finalment gestionada pel sistema MES, on es recull tota la informació relacionada amb els estats de cadascun dels lots produïts, i les possibles incidències que hagin pogut aparèixer durant el procés de fabricació. El MES és per tant una eina per millorar la visibilitat i traçabilitat de les ordres de fabricació.

En quant a la comunicació entre el ERP i el sistema MES la base de funcionament consisteix en que el MES rebi del ERP les ordres de fabricació per tal de presentar-les en cadascun dels llocs de treball de l'empresa i en quant al procés de comunicació invers el MES informará de l'estat de cadascuna d'aquestes ordres i els llocs de treball en temps real. Aquest tipus d'informació pot ser estat actual de les màquines, les hores de personal consumides, els Ratis de producció... Amb aquest tipus d'informació els sistema ERP es pot realimentar per tal de conèixer el estat actual de la situació en planta i així saber les

ordres de fabricació finalitzades, les que estan en curs o el consum de matèries primes.

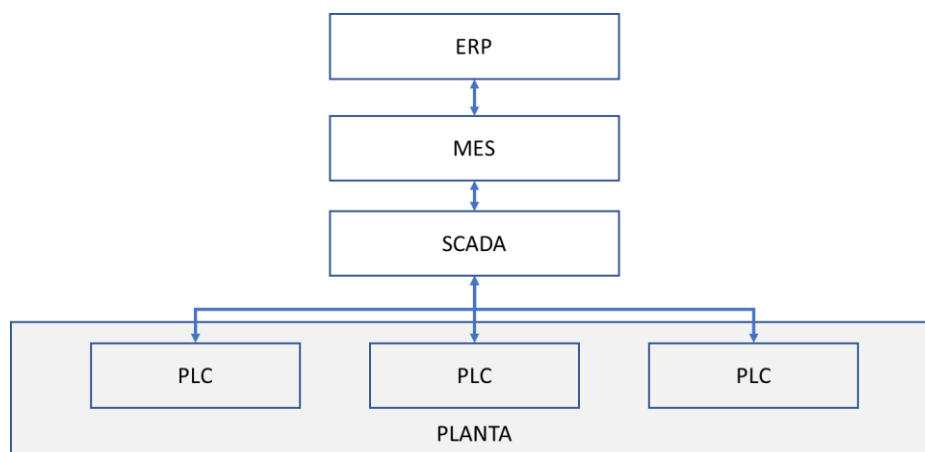


Figura 11.7. Esquema de l'estructuració dels sistemes encarregats de gestionar la informació d'una planta productiva des dels PLCs fins al ERP.

Per a l'empresa Femar, per tal de permetre aquesta comunicació entre el seu ERP (SAP) i el seu sistema MES, es fa us d'un servidor dedicat amb base de dades en SQL i amb comunicació mitjançant IDOCs i BAPIs com succeeix entre la comunicació Preactor – SAP.

Tot i que al cas del present projecte no existeix comunicació directe entre el MES i Preactor com s'ha comentat a l'inici d'aquest capítol, sí estan relacionats mitjançant SAP, per tant les ordres a produir que arriben de SAP al MES estan ordenades segons els criteris de seqüenciació establerts a Preactor. Per altre banda la informació que arriba de SAP a Preactor en referència a les ordres de procés, com per exemple, quines són les ordres amb estat tancada i per tant ja no s'han de planificar, o quines són les ordres que s'estan produint just al moment d'obtenir la informació de la planat i la quantitat de l'ordre que es porta produïda, provenen del MES. Aquesta comunicació permet actualitzar l'estat de la seqüenciació i saber si s'està fabricant al ritme que s'havia planificat o s'està produint més ràpid o més lent i per tant potser cal replantejar el pla de producció.

11.4. Característiques dels escenaris establerts

A continuació es presenten les característiques principals de cadascun dels escenaris prèviament definits que s'han considerat en el projecte per tal de que el sistema planificador (Preactor) disposi de tota la informació necessària per generar un pla de producció d'acord a les necessitats de cadascuna de les seccions de l'empresa Femar.

Cal destacar que tot i que per a Preactor sí existeix un escenari diferent per a cadascun dels exposat a continuació, en SAP no existeix aquesta separació. Per tal de rebre la informació corresponent a cadascun dels escenaris a partir de totes les dades dels IDOCS es fa us de diverses consultes en SQL a la base de dades intermitja. Aquestes consultes fan servir com a discriminant per a cada escenari, els seus recursos productius propis i així s'aconsegueix que cada escenari gestioni únicament les seves pròpies ordres, materials, i comandes específiques.

11.4.1. Escenari Ambientadors 1

L'escenari d'ambientadors 1 fa referencia a les línies productives dels ambientadors destinats a la llar, tant els simples com els combinats. Les Líneas que es gestionen en aquest escenari són les que es presenten a la següent taula (Taula 11.1.).

Línies de producció	
LA1P1	Línia de producció de les fórmules dels ambientadors per a la llar.
Línies d'envasat	
LA1E1	Línia d'empaquetatge d'ambientadors per a la llar en versió monofragància que inclouen dispositiu
LA1E2	Línia d'empaquetatge d'ambientadors per a la llar en versió monodosi sense incloure dispositiu

LA1E3	Línia d'empaquetatge d'ambientadors per a la llar en versió multifragància amb dispositiu
LA1E4	Línia d'empaquetatge d'ambientadors per a la llar en versió multifragància sense dispositiu

Taula 11.1. Recursos productius de l'escenari d'ambientadors 1 de l'empresa Femar.

A nivell de seqüenciació s'utilitzarà una seqüència preferida basada en les següents característiques que hauran de mantenir-se directament en Preactor, per ser característiques específiques de seqüenciació i no existir en SAP.

- **Format:** Representa les diferents opcions de distribució, incloent el nombre de recanvis i tipus de difusor utilitzats.
- **Embalatge:** Fa referència a les diferents possibilitats en quant a agrupació d'unitats per embalatge.
- **Fórmula:** Fa referència a les 55 fórmules existents per ambientadors per a la llar.
- **Dosi:** Quantitat de l'ampolla.
- **Leaflet:** Fa referència a si porta o no prospecte.
- **Device:** Característiques del dispositiu difusor en quant a forma i color.

L'ordenació de la seqüenciació per a les línies d'envasat seguirà el següent patró que mostra la figura 11.8.

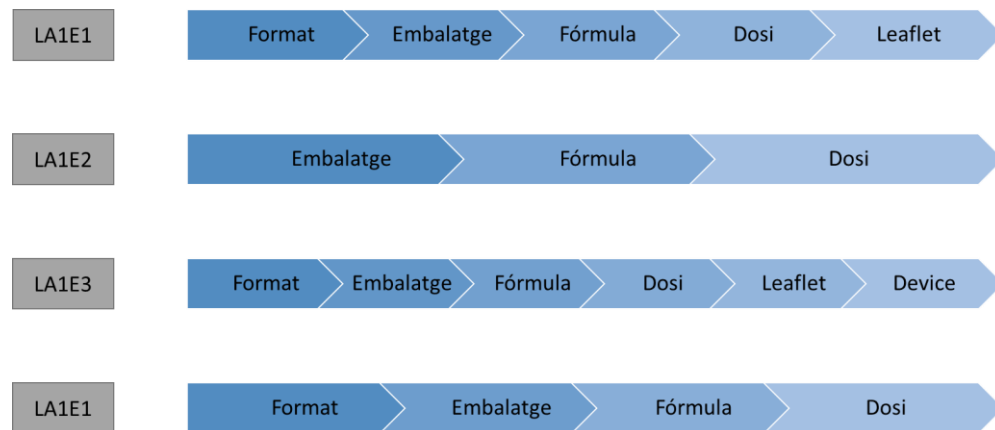


Figura 11.8. Criteris d'ordenació de les ordres en base a les seves característiques per als recursos productius de l'escenari d'ambientadors 1 de l'empresa Femar.

En quant a la seqüenciació de la línia de producció no existeix un criteri d'ordenació, simplement s'ha de produir per tal de tenir la fórmula prepara per enviar-la a les línies d'envasat.

La següent imatge (Figura 11.9.) mostra de manera gràfica, com s'han seqüenciat les ordres d'un dels recursos, en un escenari de demostració del funcionament de la seqüència preferida per a l'escenari d'ambientadors 1. Es tracta d'una demostració del criteri de seqüenciació de les ordres per al recurs LA1E2. Es pot observar com s'està agrupant, en primer lloc per codi d'embalatge (color de la part inferior de la barra que representa l'ordre), en segon lloc per tipus de fórmula (color de la part superior de la barra que representa l'ordre). El tercer criteri que s'està fent servir per ordenar és la quantitat de la dosi, però aquesta característica no apareix representada de manera gràfica en l'exemple.

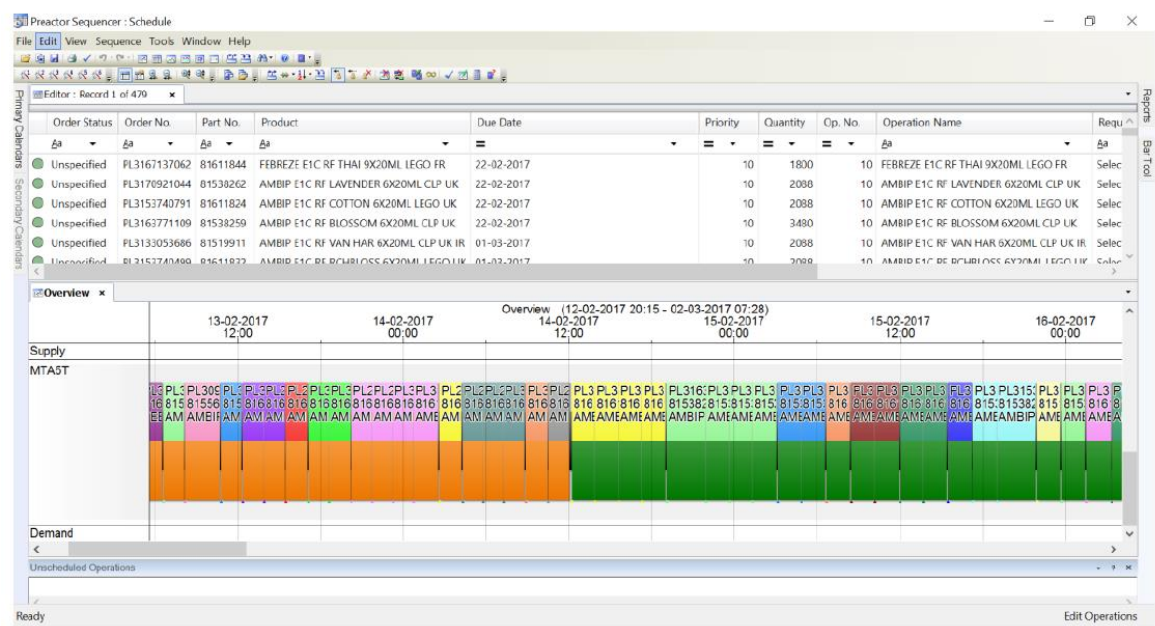


Figura 11.9. Visualització de l'ordenació en Preactor mitjançant seqüència preferida a l'escenari d'ambientadors 1 de l'empresa Femar.

11.4.2. Escenari Ambientadores 2

Pel cas de l'escenari 2 d'ambientadors encarregat de la producció dels ambientadors per a cotxe i per a l'inodor es tenen els següents recursos presentats a la Taula 11.2.

Línies de producció	
LA2P1	Línia de producció de Premix per ambientadors d'inodor.
LA2P2	Línia de producció de la fórmula dels ambientadors d'inodor.
LA2P3	Línia de producció de la fórmula dels ambientadors per a cotxe.
Línies d'envasat	

LA2E1	Línia d'empaquetatge de recanvis per ambientadors per a cotxe que inclouen dispositiu.
LA2E2	Línia d'empaquetatge d'ambientadors per a cotxe que inclouen dispositiu.
LA2E3	Línia d'empaquetatge d'ambientadors per a inodor amb dispositiu i un únic recanvi.
LA2E4	Línia d'empaquetatge d'ambientadors per a inodor amb dispositiu i múltiples recanvis.

Taula 11.2. Recursos productius de l'escenari d'ambientadors 2 de l'empresa Femar.

A nivell de seqüenciació s'utilitzarà una seqüència preferida basada en les següents característiques que hauran de mantenir-se directament en Preactor, per ser característiques específiques de seqüenciació i no existir en SAP.

- Format: representa les diferents opcions de distribució, incloent el nombre de recanvis i tipus de difusor utilitzats.
- Fórmula: fa referència a les 22 formules existents per ambientadors per a cotxe i per a l'inodor
- Device: característiques del dispositiu difusor en quant a forma i color.

L'ordenació de la seqüenciació de les línies d'envasat seguirà el patró representat a la figura 11.10.

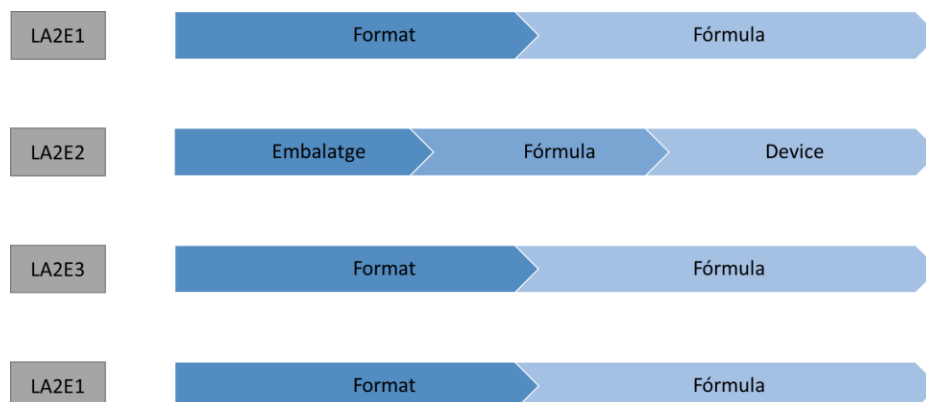


Figura 11.10. Criteris d'ordenació de les ordres en base a les seves característiques per als recursos productius de l'escenari d'ambientadors 2 de l'empresa Femar.

En quant a la seqüenciació de les línies de producció dels ambientadors no existeix un criteri d'ordenació, igual que passa amb els cas d'ambientadors 1. En aquest cas existeixen 2 línies diferenciades per a produir cadascun dels dos tipus de productes amb la peculiaritat de que per a produir ambientadors per a inodor cal prèviament un altre ordre que elabora un tipus de producte semielaborat però que també es gestiona com a una ordre independent.

11.4.3. Escenari de detergent líquid

Tots els codis de detergent líquid es gestionen en un mateix escenari que compta amb els següents recursos productius que mostra la taula 11.3.

Línies de producció	
LL1P1	Línia de producció de les bases de detergent líquid.
LL1P2	Línia de producció del premix utilitzat per a les bases de detergent líquid.

Línies d'envasat	
LL1E1	Línia d'embotellat d'ampolles d'entre 2L i 6L de capacitat.
LL1E2	Línia d'embotellat d'ampolles d'entre 1L i 3L de capacitat.

Taula 11.3. Recursos productius de l'escenari de detergent líquid de l'empresa Femar.

Com a peculiaritat per al cas de detergents líquids, existeixen certs productes (ampolles entre 2 i 3 L) que es poden produir tant a una línia com a l'altre, donant al sistema la capacitat de decidir quina és la ruta òptima a de fabricació per a aquestes ordres per tal d'optimitzar el pla de producció total.

A nivell de seqüenciació s'utilitzarà una seqüència preferida basada en les següents característiques que hauran de mantenir-se directament en Preactor, per ser característiques específiques de seqüenciació i no existir en SAP.

- **Format:** representa les diferents opcions d'embotellat en funció de la capacitat de les ampolles utilitzades.
- **Fórmula:** fa referència a les 24 formules de detergents líquids que es fabriquen
- **Ampolla:** tipus d'ampolla utilitzat, que varia depenent de la forma i color

L'ordenació de la seqüenciació per a les ordres d'embotellat seguirà el patró presentat a la figura 11.11.

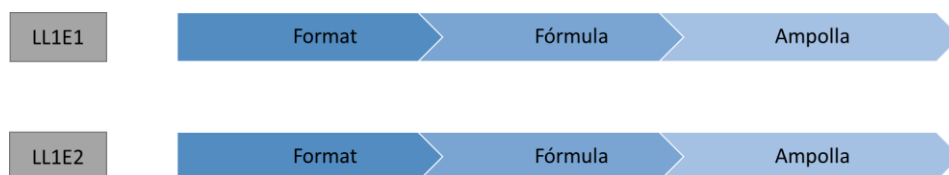


Figura 11.11. Criteri d'ordenació de les ordres en base a les seves característiques per als recursos productius de l'escenari de detergent líquid de l'empresa Femar.

Com a característica especial a considerar en l'escenari de detergent líquids es vol gestionar la disponibilitat en capacitat de els tancs utilitzats per produir les bases amb les que es generen les diferents fórmules. Existeixen 4 bases cadascuna assignada a un d'aquests 4 tancs com es veu a la següent taula (Taula 11.4)

Tanc	Nom de la base	Codi	Capacitat màxima	Estoc mínim
Tanc 1	Base A	XXXXXXX1	200 Tn	60 Tn
Tanc 2	Base B	XXXXXXX2	200 Tn	60 Tn
Tanc 3	Base C	XXXXXXX3	100 Tn	30 Tn
Tanc 4	Base D	XXXXXXX4	200 Tn	60 Tn

Taula 11.4. Tancs de les bases utilitzades per a la fabricació de detergent líquid a l'empresa Femar.

La capacitat dels tancs condicionarà la seqüenciació per tant en cap cas es superarà el màxim de volum del que es disposa el tanc.

El funcionament d'aquestes restriccions consistirà en augmentar la quantitat de la restricció en el moment de generar el producte Base i disminuir-ho cada vegada que s'embotella un producte, reduint exactament la quantitat de base que conte el codi embotellat (valor obtingut a través de la llista de materials)

Utilitzant com a restricció la capacitat màxima dels tancs, s'aconsegueix que les seqüenciacions mai superin aquest valors col·locant generacions i consums d'una manera assumibles per al funcionament real de la fàbrica.

La següent gràfica (Figura 11.2) mostra un exemple de com es seqüencien les ordres en el cas de utilitzar aquestes restriccions a nivell informatiu i no limitant.

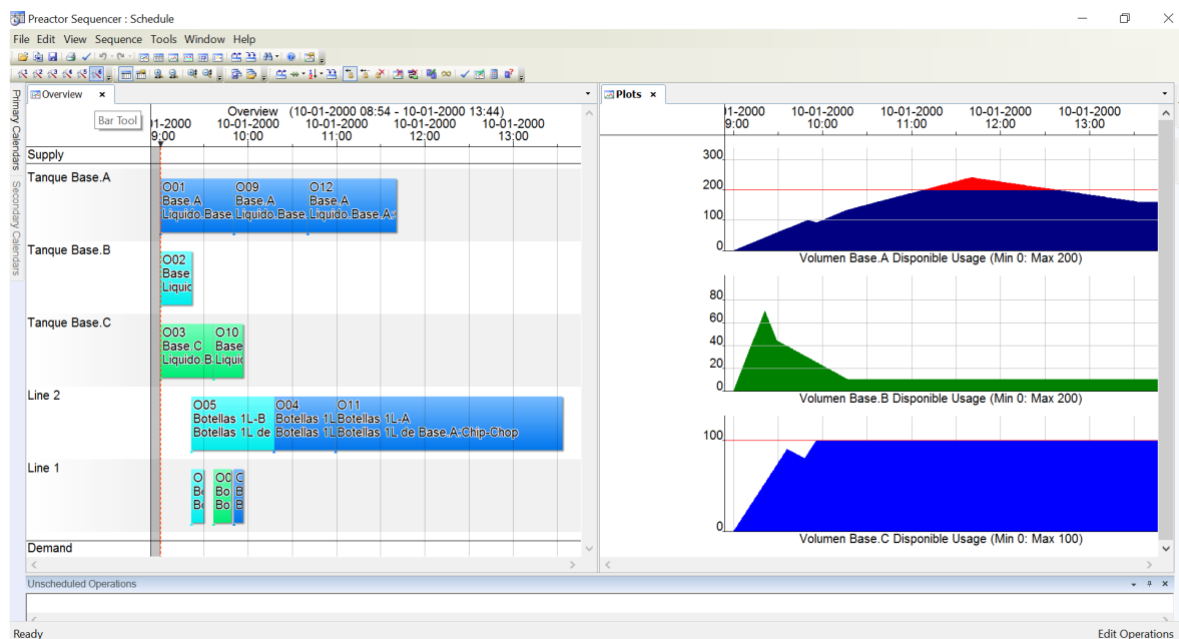


Figura 11.12. Demostració del funcionament de la gestió de la capacitat de tancs a Preactor per a l'escenari de detergent líquid de l'empresa Femar.

11.4.4. Escenaris de detergent en pols

En aquest cas l'escenari de detergent en pols es gestiona com a 3 escenaris separats on 1 d'ells s'encarrega de la fabricació del detergent en pols i els altres dos del seu envasat, un en bosses i l'altre en cartró. Els recursos productius dels 3 escenaris són els que apareixen a la següent taula (Taula 11.5.)

Línies de producció	
LP1P1	Línia de producció de les fórmules de detergent en pols.
LP1P2	Línia de producció del premix utilitzat per a les formules de detergent en pols.
Línies d'envasat E2	

LP2E1	Línia 1 d'empaquetat en cartrons de detergent en pols.
LP2E2	Línia 2 d'empaquetat en cartrons de detergent en pols.
LP2E3	Línia 3 d'empaquetat en cartrons de detergent en pols.
Línies d'envasat E3	
LP3E1	Línia 1 d'empaquetat en bosses de detergent en pols.
LP3E2	Línia 2 d'empaquetat en bosses de detergent en pols.
LP3E3	Línia 3 d'empaquetat en bosses de detergent en pols.
LP3E4	Línia 4 d'empaquetat en bosses de detergent en pols.

Taula 11.5. Recursos productius de l'escenari de detergent en pols de l'empresa Femar.

A nivell de seqüenciació s'utilitzarà una seqüència preferida basada en les següents característiques que hauran de mantenir-se directament en Preactor, per ser característiques específiques de seqüenciació i no existir en SAP.

Format: Representa les diferents opcions d'empaquetat en cartrons i bosses

Fórmula: Fa referència a les 39 (20+19) fórmules d'empaquetatge detergents en pols que es fabriquen.

L'ordenació de la seqüenciació seguirà el patró presentat a la figura 11.13.

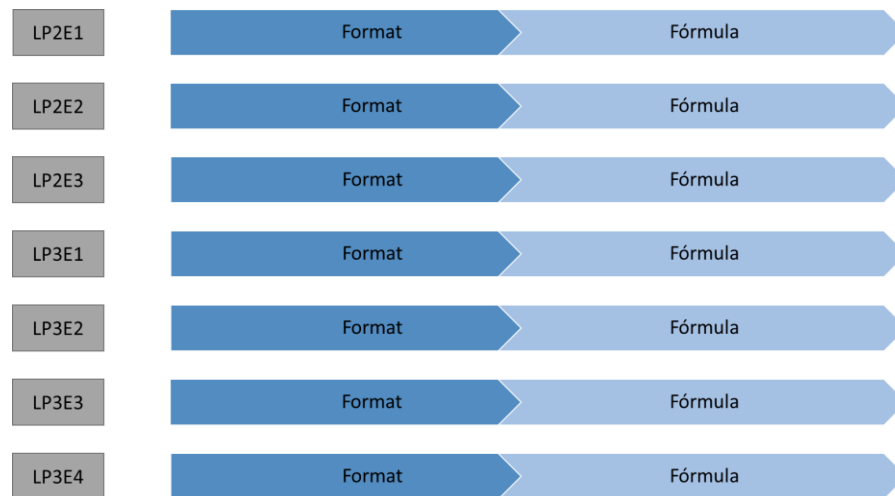


Figura 11.13. Criteri d'ordenació de les ordres en base a les seves característiques per als recursos productius dels 'escenari de detergent en pols de l'empresa Femar.

Aquests tres escenaris tenen la peculiaritat de que en un primer moment es realitza la seqüenciació dels escenaris d'empaquetatge en funció de la demanda i de les regles d'optimització sense considerar les necessitats de pols que apareixen a la llista de material, ja que s'està seqüenciant abans el consum que la generació, a partir d'aquí es realitza la planificació de la producció del pols per tal de tenir-lo disponible en el moment de començar a empaquetar.

Per tal d'agilitzar aquets procés es crea una Interface de comunicació directa entre els dos escenaris d'empaquetatge i l'escenari de producció del detergent en pols, d'aquesta manera a l'escenari de producció apareixen totes les ordres seqüenciades dels altres dos escenaris que actuaran com a requeriments que caldrà satisfer mitjançant la producció en l'escenari 1.

La Interface de comunicació entre els escenaris de detergent en pols aprofita la base de dades intermitja que es fa servir per a la comunicació entre SAP i Preactor, i crea una sèrie de taules noves on s'exporta la informació referent a les ordres dels escenaris d'empaquetatge per tal de carregar-les al escenari de generació.

L'escenari 1 compta amb els recursos de generació i també els de els altres 2 escenaris, tot i que les ordres d'aquests altres escenaris ja estan seqüenciades i bloquejades. L'escenari

1 s'encarregarà de seqüenciar les ordres de producció de pols i detectar aquelles ordres de la seqüenciació dels altres 2 escenaris que no sigui possible satisfer degut a la carrega de treball de la línia de producció.

Com a singularitat extra de la secció de fabricació de pols existeix la peculiaritat que mentre s'està produint el detergent en pols aquest es va dipositant en uns carros que serveixen de magatzem intermedi entre la producció i l'empaquetatge, aquests carros limiten per tant la quantitat de pols que es pot mantenir en estoc.

Per tal de comptabilitzar-ho al sistema el nombre de carros disponibles s'ha introduït com a restricció al escenari 1. El valor de carros ocupats augmenta en funció de la densitat del producte base quan aquests s'està produint i disminueix a raó de la proporció i densitat de la fórmula base que apareix en la llista de materials del producte empaquetat. Tal com mostra la següent figura (Figura 11.14.).

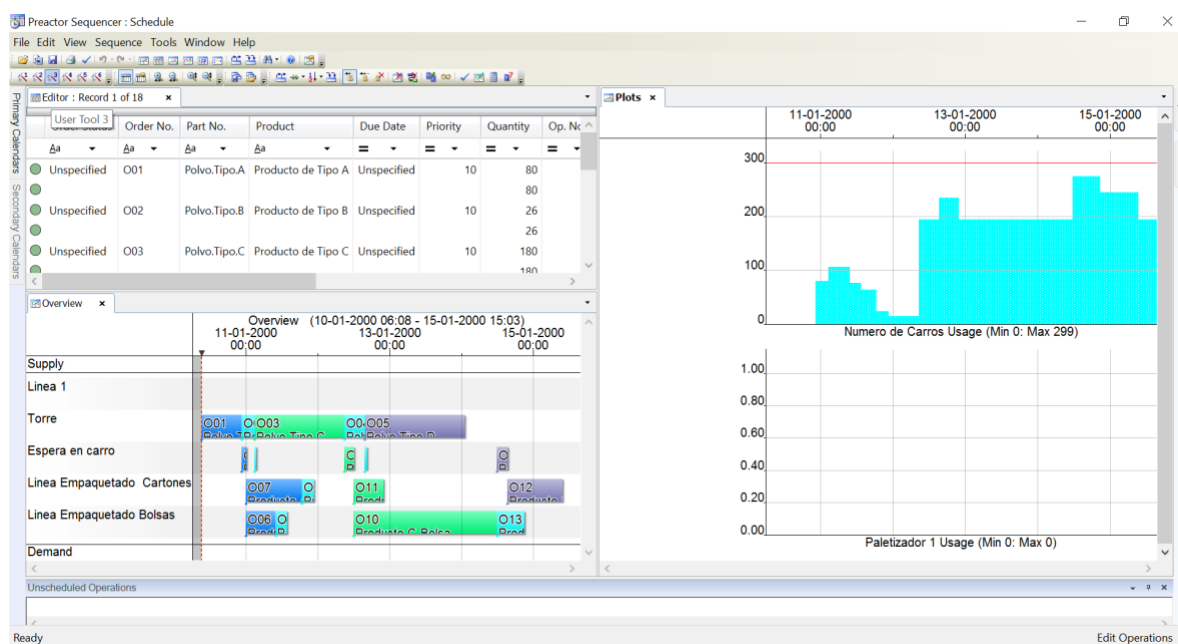


Figura 11.14 Demostració del funcionament de la gestió de carros d'estocatge de pols base, per a l'escenari de detergent en pols a Preactor de l'empresa Femar.

11.4.5. Escenari general

Finalment, tal com s'ha expressat prèviament, existeix un escenari general que compta

amb tots els recursos productius de la fabrica i on es carrega tota la informació de la resta d'escenaris.

En aquest escenari les ordres de fabricació es carreguen ja seqüenciades amb la informació directament provinent dels alteres 6 escenaris productius, fent servir la base de dades intermitja com en el cas de la comunicació entre els escenaris de detergent en pols.

La idea d'aquest escenari no és la de seqüenciar ni modificar les seqüenciacions que s'han realitzat als escenaris específics sinó englobar tota la informació i servir per als coordinador de l'equip de planificació com a referencia del funcionament de la planta a nivell general.

11.5. Informes per al control de la producció

Tant Preactor com SAP permeten obtenir informes que seran útils per organitzar la informació de manera eficient perquè pugui ser entesa amb facilitat.

Aquests informes generats pels sistemes permeten disposar de la informació en temps real que pot servir per prendre decisions objectives recolzades en les dades i per tant que les decisions preses siguin les adequades independentment de qui les pren.

Per tant els informes han de servir per transformar dades en informació i a partir d'aquesta informació generar coneixement. El coneixement és bàsic per tal de maximitzar el procés de millora de decisions en l'empresa i per tant poder ser globalment més eficient.

Alguns dels informes per a la planificació i control de la producció útils que els dos sistemes ofereixen són:

- Ordres de fabricació en retràs en el pla de producció.
- Ordres de fabricació en risc en el pla de producció.
- Demandes de clients no satisfetes.
- Operacions programades per a cada dia per recurs.

- Faltes de material per ordre de fabricació.
- Utilització dels recursos productius.
- Producció de cada material per període temporal.
- Percentatge del temps dedicat a preparar els recursos.
- Temps mitjà d'anticipació en les ordres respecte les seves dates d'entrega. (nivell de servei)
- Temps mitjà des de que arriba una comanda fins que es completa la producció de l'ordre que la serveix (Lead time).
- Temps dedicats a manteniments/reparacions pels recursos respecte al temps total disponible.
- Temps mitjà d'estocatge de les matèries primes des de que arriben a planta fins que s'utilitzen.

La següent imatge (Figura 11.15) mostra un exemple d'un informe estret de Preactor en referència a les ordres en retràs d'un escenari productiu.

Order No.	Product	Part No.	Qty	Op.No.	Operation Name	Resource	Start Time	End Time	Due Date
OF-002	Semielaborado 1	SE 1	44	20	Operación 20	Maq 4	27/08/2017 12:58	30/08/2017 7:18	28/08/2017
OF-002	Semielaborado 1	SE 1	50	30	Operación 30	Banco 1	30/08/2017 7:18	31/08/2017 12:58	28/08/2017
OF-004	Semielaborado 2	SE 2	52	20	Operación 20	Maq 5	28/08/2017 12:03	01/09/2017 6:57	28/08/2017
OF-006	Semielaborado 2	SE 2	33	20	Operación 20	Maq 4	30/08/2017 8:21	01/09/2017 6:06	28/08/2017
OF-009	Semielaborado 1	SE 1	38	20	Operación 20	Maq 4	01/09/2017 6:46	03/09/2017 6:36	28/08/2017
OF-009	Semielaborado 1	SE 1	38	30	Operación 30	Banco 1	04/09/2017 6:00	05/09/2017 6:28	28/08/2017
OF-013	Semielaborado 2	SE 2	82	20	Operación 20	Maq 5	01/09/2017 8:57	07/09/2017 6:30	28/08/2017
OF-019	Semielaborado 4	SE 4	68	20	Operación 20	Banco 1	05/09/2017 6:35	06/09/2017 16:39	28/08/2017
OF-030	Semielaborado 1	SE 1	75	30	Operación 30	Banco 1	28/08/2017 6:00	30/08/2017 6:30	27/08/2017
OF-031	Semielaborado 2	SE 2	76	20	Operación 20	Maq 4	03/09/2017 7:38	07/09/2017 7:18	28/08/2017
OF-032	Semielaborado 2	SE 2	85	20	Operación 20	Maq 5	22/08/2017 12:50	28/08/2017 12:03	27/08/2017
OF-036	Producto Acabado 2	PA 2	83	10	Operación 10	L1	18/08/2017 10:23	18/08/2017 15:00	16/08/2017
OF-037	Producto Acabado 4	PA 4	46	10	Operación 10	L2	21/08/2017 18:06	21/08/2017 21:56	18/08/2017
OF-029	Producto Acabado 2	PA 2	88	10	Operación 10	L1	21/08/2017 13:13	21/08/2017 18:06	16/08/2017
OF-030	Producto Acabado 2	PA 2	22	10	Operación 10	L1	22/08/2017 9:00	22/08/2017 1:13	17/08/2017
OF-031	Producto Acabado 4	PA 4	47	10	Operación 10	L2	22/08/2017 1:13	22/08/2017 5:08	18/08/2017
OF-034	Producto Acabado 4	PA 4	73	10	Operación 10	L2	22/08/2017 5:08	22/08/2017 11:13	18/08/2017

Figura 11.15. Exemple d'informe de Preactor amb totes les ordres que van en retràs per a un escenari.

12. Gestió del canvi

12.1. Introducció a la gestió del canvi

La gestió del canvi és un procés clau per l'èxit de qualsevol procés d'implantació d'un nou sistema d'informació, especialment per a casos com el del present projecte on s'està implantant un sistema que té impacte sobre tota l'organització com és un ERP.

Es inevitable patir moments de tensió extrema en processos transformatius com el que ha patit l'empresa Femar, s'ha de tenir en compte que els sistemes d'informació que ha estat fent servir l'empresa deixen de funcionar degut als acords entre la multinacional a la qual pertanyia la fàbrica i el nou grup inversor propietari, per tant per tal de garantir el correcte funcionament de la planta cal que els nous sistemes estiguin funcionant correctament i els usuaris siguin capaços de dominar-los en el moment en que es produeix el tall dels anteriors sistemes.

Com ja s'ha comentat els sistemes afecten al funcionament de tota l'empresa i si els sistemes no funcionen la fàbrica no produeix i tot el personal es veu afectat, no obstant, es centrarà aquesta gestió del canvi en aquells usuaris de la part de planificació i control de la producció que és en la que esta focalitzat aquest projecte, per tant és als usuaris del mòdul de planificació de SAP i del sistema APS Preactor que caldrà gestionar i fer veure que els beneficis de la implantació superen a les dificultats que hi puguin sorgir en el camí.

Les empreses consultores encarregades de la implantació juntament amb els directors dels projectes de la implantació s'han d'encarregar de gestionar aquest procés de canvi per tal de que tota persona involucrada en el projecte contribueixi en la consecució dels objectius. La metodologia per aconseguir-ho passa en fer a tots els usuaris participants en el projecte, involucrant-los per tal de que tothom senti el sistema com a seu i un cop tinguin accés als sistemes, donar-los el suport necessari per tal de que es converteixin en experts en la utilització de la part del sistema que els hi pertoca per tal de que puguin superar les adversitats que es puguin trobar durant les primeres fases del projecte i durant el seu us posterior.

Per altre banda també resulta imprescindible comptar amb el suport de la direcció ja que la

seva confiança és clau per tal de que la resta de l'organització pugui dedicar els recursos necessaris per a la realització del projecte. En aquest cas la direcció de la companyia és plenament conscient de que s'han d'invertir tots els esforços que calgui, per garantir el correcte funcionament dels sistemes ja que sense aquests nous sistemes, l'empresa està abocada al desastre.

12.1.1. Pla d'acció per a la gestió del canvi

Com ja s'ha vist en la planificació del projecte hi ha una sèrie de passos que estan especialment concebuts per gestionar el procés de canvi de sistemes

Mitjançant la fase de proves s'assegura el correcte funcionament dels sistemes abans de fer el canvi i passar a utilitzar el sistema definitivament. En aquesta període es treballa durant un temps amb els dos sistemes (l'antic i els nous) en paral·lel per veure com s'afronten les situacions en cadascun d'ells i per fer els desenvolupaments correctius pertinents en els nous sistemes a implantar.

Mitjançant les fases de formació dels usuaris s'aconsegueix que aquests adquireixin els coneixements necessaris per tal de fer funcionar els nous sistemes tot i la seva complexitat. Aquesta fase tot i estar focalitzada més en la part final del projecte convé anar-la desenvolupant a mesura que el projecte avança per tal de que els usuaris es vagin familiaritzant amb les noves eines i puguin col·laborar en el seu desenvolupament, la fase de formació final ha de servir per consolidar els coneixements i dominar el sistema una vegada ja està gairebé definit al cent per cent.

Durant la fase de la posada en funcionament, els consultors experts en els sistemes acompanyen als usuaris en la realització de les activitats diàries per tal de que aquests agafin la confiança necessària en l'ús de les noves eines, en aquest moment el fet de comptar amb el recolzament de l'equip de consultor també ha de servir per a que els usuaris finals tinguin seguretat per experimentar amb l'ús del sistema sabent que els possibles errors que hi puguin aparèixer es solucionaran amb rapidesa.

Cal considerar, paral·lelament al procés de planificació del projecte, un seguit d'accions que permeten als usuaris adaptar-se a aquestes transformacions de l'empresa. Convé destacar la importància dels manuals de funcionament, per tal de que els usuaris entenguin els nous

sistemes i puguin autoformar-se recorrent a aquestes guies d'utilització per tal d'entendre el que els nous sistemes poden aportar i les seves possibles limitacions.

Una altra part important durant tot el procés és el seguiment continu mitjançant, reunions, actes, documents funcionals...per tal de que els usuaris puguin veure l'evolució del projecte i existeixi comunicació continua entre els que dissenyen els sistemes i els que seran els usuaris, d'aquesta manera s'aconsegueix que aquests segons no perdin l'interès en el projecte. Si tothom es manté informat en el grau necessari segons les seves responsabilitats, serà més fàcil incentivar la col·laboració de tothom, i s'aconseguirà un sistema adaptat a les necessitats dels usuaris, que és el que garanteix l'èxit d'implantació.

12.2. Gestió de riscos en la implantació dels sistemes

La gestió de riscos és un altre dels aspectes a considerar per tal de garantir una direcció de projecte adequada. Tenint en compte tots els recursos que una empresa inverteix en la implantació d'un sistema, no només a nivell monetari sinó a nivell de personal, infraestructura, equipament, temps de formació... És evident que existeix la necessitat de controlar que la implantació del sistema no esdevé un fracàs. Per tant caldrà controlar tots aquells esdeveniments que puguin afectar a que el nou sistema no compleixi els requisits que s'espera d'ell.

Existeixen 4 fases a considerar per garantir un correcte procés de gestió de riscos per a la implantació d'un projecte. Aquestes fases són les següents.

Identificació de riscos

En la fase d'identificació cal detectar tots els possibles riscos que hi poden aparèixer senyalant la causa i l'objectiu del projecte que es pot veure amenaçat pel risc.

L'anàlisi dels riscos

En la fase d'anàlisi de riscos s'estableix la prioritització dels riscos per tal de jerarquitzar i

saber quins són els que posen en risc d'una manera més destacada el projecte.

La planificació de la resposta dels riscos

En aquesta fase es decideix quin serà el procediment a seguir per tal de tractar cadascun dels riscos escollint aquella acció pal·liativa amb majors probabilitats d'èxits. En aquesta fase és també important determinar qui serà el responsable d'implantar l'estratègia seleccionada.

La supervisió i control dels riscos

En aquest procés final es farà el seguiment de tots i cadascun dels riscos per detectar si existeix la possibilitat de materialització d'alguns dels riscos, per comprovar si les accions de resposta s'estan executant amb èxit per aquells riscos materialitzats i per identificar nous riscos que poguessin plantejar-se.

A continuació es presenta les tres primeres fases de la gestió de riscos que s'han realitzat per al projecte realitzat a l'empresa Femar corresponents a la identificació, l'anàlisi i planificació de les respostes. La supervisió i control dels riscos serà una fase de projecte que recaurà sobre el personal de Femar en el futur i que caldrà que es gestioni correctament per tal de garantir la continuïtat dels nous sistemes implantats.

12.3. Identificació, anàlisi de riscos i planificació de les respostes

La següent taula mostra per al projecte d'implantació dels sistemes de l'empresa Femar, els possibles riscos identificats, jerarquitzats en funció de l'impacte que tenen sobre l'èxit en la implantació dels sistemes i la proposta d'actuació seleccionada per tal de pal·liar els efectes dels riscos exposats.

Ordre	Risc	Efecte	Actuació contra el risc
1	Que els usuaris no utilitzin el sistema correctament.	Que el flux de treball no sigui el correcte i no s'obtinguin els resultats esperats.	Els responsables de l'empresa hauran d'evitar els mals comportaments o vicis en l'ús de les tecnologies per tal de que tothom executi les seves tasques tal com s'han plantejat en el projecte.
2	Que els sistemes no compleixin tots els requeriments que calia esperar d'ells.	Que la metodologia de treball no sigui l'adequada per no poder-se considerar aspectes d'importància en el procés i això provoqui que es redueixi el cicle de vida dels sistemes.	Caldrà que l'equip consultor ensenyi les funcionalitats dels sistemes des de el començament perquè els usuaris exposin requeriments raonables i que es faci un seguiment per detectar com es van cobrint cadascun d'aquest requeriments a mesura que es va desenvolupant el sistema.
3	Que el personal perdi confiança en els sistemes perquè els resultats al utilitzar els nous sistemes no coincideixi amb els resultats de la manera de treballar anterior.	Que els usuaris abandonin els sistemes i busqui alternatives per mantenir el funcionament antic.	S'haurà de realitzar una bona gestió del canvi per part de l'equip de projecte per demostrar que els nous sistemes tenen resultats més favorables si s'apliquen correctament.
4	Que els sistemes no siguin prou intuïtius per als usuaris	Que els usuaris no controlin totes les funcionalitats dels sistemes i per tant no	Realitzar seguiment dels usuaris en l'ús de la tecnologia, per part de l'equip de projecte, per detectar aquells casos en que

		s'obtinguin els resultats esperats amb el seu us.	sigui necessari millorar la formació dels usuaris o la modificació dels sistemes.
5	Que les dades necessàries no estiguin ben mantingudes.	Que les solucions que el sistema ofereix no s'ajusten amb la realitat.	Serà necessari que els consultors formin als usuaris per identificar l'arrel dels problemes i perquè puguin solucionar-los en el seu l'origen.
6	Que no tothom pugui col·laborar activament en el desenvolupament del projecte degut a la carrega de treball que implica la resta de responsabilitats laborals.	Que hi hagi aspectes que no es considerin en el moment oportú i es retardi la posada en funcionament dels sistemes o als sistemes els hi manquin funcionalitats que la realitat sí demana.	Caldrà que direcció doni la prioritat que el projecte requereix perquè tot el personal disposi dels temps necessaris per col·laborar activament en ell.
7	Que els usuaris perdin interès en el projecte.	Que no es considerin totes les necessitats reals de l'empresa en el desenvolupament dels sistemes o que no s'explotin totes les funcionalitats del sistema.	S'haurà de procurar que l'equip de projecte impliqui a tots els usuaris per a que hi participin activament en el desenvolupament dels sistemes.
8	Que el personal de planta no segueixi les indicacions del equip de planificació i control per no confiar en els criteris dels	Que cada departament actuï pel seu compte abocant l'empresa al caos.	Direcció haurà d'aconseguir cohesionar a tot el personal, fent entendre a tothom que les propostes dels sistemes són les més beneficioses al llarg termini.

	nous sistemes.		
9	Que no es disposi de tota la informació necessària a nivell de dades.	Que els plans productius oferts pels sistemes estiguin coixos degut a la manca d'informació fidedigne sobre el procés real.	S'haurà d'identificar quina és la informació que caldria incloure a nivell de mestres per part de l'equip d'enginyeria en el moment que es detecten discrepàncies de les propostes dels sistemes amb el que la realitat demana.
10	Que existeixi una confiança cega en el bon funcionament dels sistemes.	Que es doni per fet que els sistemes són perfectes impeding detectar possibles errors o àrees de millora.	Per aquest cas, caldrà que l'equip consultor, formi als usuaris perquè siguin capaços de detectar possibles mal funcionaments i entrenar-los per a fer servir els sistemes com a una eina no com a oracle irrefutable.
11	Que els requeriments exposats inicialment no siguin suficients per satisfer les necessitats reals de l'empresa.	Que sigui necessari incorporar noves funcionalitats als sistemes en fases avançades del projecte provocant retards i sense les garanties de que les noves funcionalitats es puguin integrar correctament amb les ja desenvolupades.	Caldrà que si apareixen nous requeriments no considerats inicialment, es gestioni correctament la seva integració amb la configuració ja desenvolupada i tots els usuaris repassin juntament amb l'equip de projecte, el motiu pel que no s'havia detectat aquesta necessitat des del principi, per tal de detectar altres possibles requeriments abans de que el projecte continuï avançant.

Taula 12.1. Jerarquització, anàlisi i planificació de la resposta per als riscos identificats en la implantació dels sistemes ERP i APS a l'empresa Femar.

13. Anàlisi econòmic del projecte

13.1. Pressupost

En aquest apartat es presenten un seguit de costos aproximats d'implantació i funcionament dels dos sistemes que l'empresa Femar ha decidit adoptar, el ERP i el sistema APS.

Cal destacar en primer lloc el paper dels consultors dintre del projecte d'implantació d'un sistema d'informació. Les consultories són aquelles empreses que compten amb personal especialitzat en la implantació de sistemes que s'encarregaran d'analitzar i entendre els processos de la companyia contractant dels seus serveis, per tal de garantir una correcta implementació dels sistemes i perquè els usuaris finals puguin gaudir el màxim possible de funcionalitats que el sistema ofereix. El nombre d'hores dedicades per part dels consultors a la implantació serà determinant per establir el cost que té el procés d'implantació dels sistemes.

Les empreses consultores acostumen a oferir, com en el cas d'aquest projecte, els honoraris inherents al suport de l'eina instal·lada una vegada finalitzi el procés d'implantació. Això garanteix que el mateix equip encarregat de la configuració i instal·lació dels sistemes es faci càrrec dels possibles problemes que puguin aparèixer una vegada el sistema es posi en funcionament.

Finalment s'haurà de considerar també el preu dels sistemes en si, que queden repercutits en el preu de cadascuna de les llicències que permeten als usuaris accedir i fer-ne us dels sistemes.

La següent taula mostra una estimació, en milers d'euros, dels costos a abonar a les empreses distribuïdores dels sistemes, SAP i Siemens i a les empreses consultores que s'encarreguen d'implantar-los. Cal mencionar que aquest cost és una estimació ja que s'ha intentat reflectir el cost que suposa la part d'implantació del mòdul PP de SAP i el cost que suposa només aquest mòdul en qüestió de llicenciament únicament de les persones implicades en l'àrea de planificació i control, no obstant el projecte consta de una implantació total de SAP on tots els mòduls interaccionen entre ells i és difícil fer una

estimació exacte del que costa només una part funcional del sistema.

Sistema	Cost Llicències	Cost Implementació	Cost Suport anual
SAP	30K (10 llicències concurrents)	40K (400 hores)	3K (30 hores)
Preactor	300K (7 llicències concurrents)	40K (400 hores)	1K (10 hores)

Taula 13.1. Estimació de costos que suposen els nous sistemes de planificació i control de la producció per a l'empresa Femar.

13.2. Anàlisi cost benefici del projecte

L'anàlisi del cost benefici d'un sistema d'informació ha de servir per determinar si la inversió que implica la implantació del sistema queda compensada per els beneficis que aquest aporta a l'organització.

Aquesta tipologia d'anàlisi convé realitzar-la tant abans de la implantació com durant aquesta i al finalitzar-la, per tal de determinar si la implantació del sistema serà beneficiosa per a l'empresa, per determinar si s'està realitzant la implantació tal com s'havia previst inicialment i per comprovar si finalment es compleixen els requisits demanats al sistema i poder aprendre dels possibles errors.

Com ja s'ha exposat en diverses ocasions aquest projecte no tracta de determinar quin sistema implantar entre diferents alternatives considerant els seus costos i beneficis, ja que aquesta decisió ja esta presa per l'empresa abans de que l'autor participes al projecte. El que si que convé analitzar és tot el conjunt de costos que comporta la implicació dels dos nous sistemes per tal de comparar-los amb els beneficis potencials que poden portar a l'empresa i així poder determinar si la decisió d'implantar els sistemes ha estat adequada. A continuació es presenten el conjunt de costos que cal considerar, segons bibliografia, en el procés d'implantació dels sistemes.

- Costos de desenvolupament
- Costos d'implantació
- Costos d'operació
- Costos de manteniment

La majoria de costos que aquests quatre grups engloben, ja estan contemplats en el pressupost d'implantació i adquisició de les llicències dels sistemes analitzats al punt anterior, no obstant hi haurà una sèrie de costos extra que l'empresa haurà de considerar a més a més, comunament anomenats costos ocults. L'empresa Femar ha de ser conscient que a més del pressupost que rep per a la implantació dels sistemes i el seu funcionament s'haurà de considerar com a costos aspectes com el manteniment de la infraestructura on s'instal·laran els sistemes, els costos derivats de la dedicació del personal propi per col·laborar en la implantació i la dedicació en hores de l'equip de treball, els costos administratius derivats de la contractació dels serveis o els costos derivats de les possibles caigudes o problemes en els sistemes.

En quant a l'anàlisi dels beneficis dels sistemes d'informació cal fixar-se en el fet de si aquest sistemes poden servir per tal de reduir costos o per augmentar el valor de l'empresa..

Aquest projecte compta amb la peculiaritat de que la planta productiva estava dissenyada per funcionar amb el sistema SAP personalitzat propietat de la companyia multinacional i per tant per garantir la continuïtat de l'empresa en el moment en que la multinacional tallés l'accés a aquest sistema calia implantar un sistema ERP de característiques similars per tal d'aprofitar tota la infraestructura i coneixement sobre el sistema del personal de l'empresa.

Per tant la instal·lació d'aquest nou SAP és un “must” perquè la companyia pogués sobreviure. Addicionalment el fet de passar a autogestionar-se implica la necessitat d'un control molt més rigorós del pla de producció per tal d'aprofitar la capacitat de la planta. En aquest aspecte és on juga un paper fonamental el nou sistema APS que l'empresa instal·la.

Per a aquests tipus de sistemes és difícil de determinar a priori, a nivell quantitatiu els beneficis que reportaran a l'empresa Femar, no obstant a continuació s'enumera a nivell qualitatiu tot el seguit de millores potencials que la implementació dels dos sistemes poden aportar, centrant l'anàlisi en la nova gestió de la planificació i control de la producció. Els punts de millora identificats són els següents:

- **Millora de l'atenció al client**

- Els terminis de lliurament que es donen als clients són més realistes gràcies al control acurat del pla de producció i les restriccions existents als sistemes.
- El coneixement a temps real dels estats de les ordres de fabricació i el control sobre la producció futura permet donar resposta fiable a les peticions dels clients respecte la fabricació de les seves comandes.

- **Millores en el procés de producció**

- Es millora la fiabilitat en la producció gràcies a la consideració de calendaris productius, temps de canvi, restriccions secundaries i disponibilitat de material
- S'ofereix la possibilitat de visualitzar l'impacte d'averies o parades no programades en les produccions del dia per tal d'actuar en conseqüència.
- Es pot preveure la saturació dels recursos productius per tal de valorar alternatives possibles.

- **Millores en el procés de planificació**

- S'aconsegueix una operativa diària més precisa.
 - Mitjançant els nous sistemes s'aconsegueix establir un mètode sistemàtic de planificació que pot ser executat per un major nombre de persones.
 - El nous sistema APS millora la capacitat de reacció gràcies a la possibilitat de simular resultats.
 - Es millora la capacitat d'anticipació a possibles problemes en el pla productiu per poder prendre accions correctives quan sigui necessari.
- **Milliores en l'enginyeria de processos**
 - La integració de Preactor amb SAP permet millorar la comunicació entre departaments gràcies a la centralització de la informació.
 - El sistema APS instal·lat té una interface molt visual que permet detectar de manera clara problemes referents a les dades mestres i així poder millorar la qualitat de les dades de l'empresa.
- **Millora en el departament de sistemes empresarials**
 - Disposar de tota la informació centralitzada en un mateix sistema facilita el control i manteniment de les dades.
 - Els sistemes correctament integrats permeten l'actualització de la informació de manera més simple i automàtica.

El resultat final serà que l'empresa es coneixerà millor a sí mateixa, i podrà prendre decisions més ràpides basades en una informació més fiable. També, s'aconseguirà amb aquesta implantació una plataforma tecnològica puntera que potenciarà les competències logístiques i de gestió d'operacions de Femar, afavorint a que l'empresa pugui continuar creixent en el seu mercat.

Per tant, com es pot observar el nombre d'avantatges que la nova gestió de la planificació i control de la producció aporten són suficientment importants per justificar la inversió en el sistema APS, respecte a la implantació del ERP SAP com ja s'ha dit no representa un canvi significatiu respecte al sistema que s'estava utilitzant anteriorment sinó que s'ha de considerar com un procés necessari perquè l'empresa pugui sobreviure en aquesta nova etapa.

14. Impacte del projecte

14.1. Impacte ambiental

Aquest projecte té escasses conseqüències ambientals degudes al seu procés d'implantació, no obstant degut a les millores que els sistemes portaran al sistema productiu l'impacte que té l'empresa sobre el medi ambient sí es veurà reduït en determinats aspectes. A continuació es presenten totes les accions del projecte que tenen efecte sobre el medi ambient per tal de detectar aquelles parts de la implantació que estan afectant en major mesura i també les millores que s'aconseguiran a llarg termini gràcies a l'existència dels nous sistemes.

En primer lloc en quant a l'impacte directe del projecte en sí cal destacar que gràcies a la utilització de la comunicació electrònica com a mètode de comunicació principal en el projecte, s'aconsegueix un estalvi en paper i tinta significatiu en comparació amb l'impacte energètic que comportaria la distribució de la documentació de manera física.

En quant al procés d'implantació també caldrà considerar tots els desplaçaments que els consultors han de realitzar des de les oficines de les empreses consultores fins a l'empresa Femar on s'implanten els sistemes. En instants inicials del projecte s'intenta que la comunicació entre les diferents empreses sigui per mitjà de reunions online per estalviar els desplaçaments, no obstant en períodes més avançats del projecte la presència dels consultors a l'empresa és imprescindible per tal de garantir l'èxit de la implantació. Per conèixer l'impacte total d'aquests desplaçaments caldrà que al final del projecte es coneguin el nombre total de desplaçaments per tal de determinar les emissions de CO2 provocades per l'ús dels vehicles que els consultors han fet servir per desplaçar-se.

Com a cost energètic, també caldrà comptabilitzar la despesa elèctrica que suposa mantenir els servidors on estan instal·lats els sistemes, durant tot el seu període de vida útil.

En quant a estalvis deguts a la implantació caldrà valorar l'estalvi energètic que suposa comptar amb els nous sistemes. En primer lloc, gràcies a una millor planificació, s'aconsegueix un major control dels materials, això permet gestionar-los millor sabent quan s'utilitzaran per tant, es pot optimitzar el seu moviment i reduir el consum energètic dels

transportadors de pales. Un millor control també implica menys aturades per faltes de material i menys errors en les preparacions, per tant major estalvi d'energia i menor producció de despeses

La millora del control de processos i de la planificació, es tradueix també en menor nombre de parades i per tant també d'arrancades, això implica màquines treballant en regim continu durant més temps per tant amb un consum energètic inferior.

Els nous sistemes també serviran per reduir el deteriorament de la maquinaria, fet que té un impacte ambiental significatiu. Com ja s'ha dit la millora en el control i planificació permet que les línies productives tinguin menor nombre de parades i arrancades i treballin durant més temps en regim continu, la reducció del temps treballant en regim transitori implica directament allargar la vida útil de la maquinaria. Per altre banda una millora del procés de planificació permet que es puguin realitzar els manteniments preventius de la maquinaria de manera més controlada i per tant contribuint també a allargar la seva vida útil.

14.2. Impacte social

Aquest projecte impacta a nivell social especialment sobre els treballadors de l'empresa Femar i totes les persones que treballin directament amb l'empresa, com per exemple els interlocutors de la gran multinacional o proveïdors ja que una bona planificació i control dels processos productius per part de Femar permet que tothom qui formi part de la cadena de valor en la que es situa l'empresa conegui amb més precisió que és el que s'espera d'ell en cada moment i per tant cadascú pugui organitzar-se de la millor manera possible reduint els instants de tensió provocats per situacions de tensió causades per una mala planificació i control de la producció.

En primer lloc, cal destacar que una millora en el procés de planificació i control del procés productiu suposarà una reducció dels moments d'incertesa dels treballadors implicats en aquest procés, això es tradueix en millora de la motivació dels treballadors, un factor clau per tal de garantir el seu compromís amb les seves responsabilitats

La millora en la planificació implica un millor coneixement de en quins moments es

necessitaran més o menys empleats, això permet organitzar els calendaris laborals d'aquestes persones amb antelació i de una manera més controlada afavorint així a la millora de l'ambient laboral.

Per últim, cal destacar que les millores en productivitat i en la gestió del treball en determinades ocasions poden suposar acomiadaments si la càrrega de treball es veu reduïda dràsticament per a determinats llocs de treball. Per aquests casos és recomanable intentar aprofitar el "Know how" que aquestes persones puguin tenir i reubicar-les en zones diferents o assignar-les noves responsabilitats per tal no perdre l'experiència que tenen sobre els processos de l'empresa i per no perjudicar l'ambient laboral del total de treballadors de la companyia.

15. Conclusions

Aquest projecte final d'estudis ha estat el punt final del màster en enginyeria d'organització que ha servit per posar en pràctica els coneixements adquirits a la universitat, especialment en les competències relacionades amb sistemes d'informació empresarials, la gestió de projectes, direcció d'operacions i gestió de la cadena logística.

L'autor del present projecte, ha intentat fer un recull de l'experiència obtinguda durant el procés d'implantació dels sistemes d'informació encarregats de gestionar la planificació i el control dels processos productius en una empresa manufacturera de productes de neteja i ho ha complementat amb teoria referent als sistemes d'informació i a la gestió de projectes per tal d'elaborar un anàlisi que permeti entendre com una empresa manufacturera pot fer servir les tecnologies existents al mercat per tal de millorar els seus procediments productius i així poder avançar cap a l'indústria del futur.

En la primera fase del treball s'ha analitzat el paper que tenen els sistemes d'informació al món empresarial. D'aquest anàlisi es pot concloure que els SI són una eina amb cada vegada més importància a nivell estratègic degut al fet de que invertint en ells, les empreses aconseguirien millorar els seus processos i realitzar-los de manera més eficient. Mitjançant l'anàlisi específic dels sistemes implantats al projecte real, s'ha vist com aquests sistemes ERP i APS poden generar avantatges competitiu per a les empreses que els utilitzen per gestionar els seus processos productius.

En l'apartat d'estudi del procés d'implantació dels sistemes s'ha posat de manifest la importància de comprendre la situació en la que es troba l'empresa on s'instal·laran els sistemes, per tal d'adaptar el procés d'implantació i les funcionalitats de les eines a la realitat on operaren els sistemes. Addicionalment s'ha evidenciat la necessitat de realitzar un bon anàlisi dels usuaris i dels seus requeriments per garantir que les solucions oferides puguin satisfer les expectatives del usuaris.

Convé remarcar la importància que té, en un projecte d'aquestes característiques, el fet de realitzar la gestió del canvi de manera adequada, incloent en el projecte, les accions necessàries per garantir una correcta evolució de l'empresa cap a una nova realitat, identificant els possibles riscos que hi puguin existir i planificant les accions de resposta a la materialització dels riscos i els responsables d'executar-les.

A nivell personal, aquest projecte m'ha permès consolidar una visió general sobre els sistemes d'informació i generar una base de coneixement especialitzat en els sistemes de gestió de la producció i la seva metodologia d'implantació que de ben segur em resultarà d'utilitat en el desenvolupament de futurs projectes de la meva carrera professional.

Bibliografia

Referències bibliogràfiques

Andreu, R., Ricart J. E. Y Valor, J. (1991): Estrategia y Sistemas de Información. Mc Graw-Hill, Madrid

Anthony, R.N. Planning and Control Systems: A Framework for analysis. Harvard University Press. Cambridge, 1965.

Gibson, Cyrus F & Nolan, Richard L. (1974). Managing the Four Stages of EDP Growth, Harvard Business Review, 52:76-88.

Leavitt, Harold J. (1965), Applied organizational change in industry: structural, technological and humanistic approaches in: Handbook of Organizations, J. G. March (Ed.), Rand McNally, Chicago, IL, USA.

Porter, M (1982): Estrategia competitiva. C.E.C.S.A., México

Solow, Robert. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth, Quarterly Journal of Economics, 70 (1), pp. 65-94.

Bibliografia complementària

Laudon Kenneth y Laudon Jane, "Administración de los sistemas de información", Ed. Prentice Hall, Edición 3era, Mexico, 1996

Luis Muñiz González. ERP: guía práctica para la selección e implantación. Barcelona (España), Ediciones Gestión 2000, 2004.

Salvador, R., Guimet, J.: Sistemes d'informació. Barcelona: Edicions UPC, 2003.